Enciclopedia Mundial del Olivo

CONSEJO OLEICOLA INTERNACIONAL

ENCICLOPEDIA MUNDIAL DEL OLIVO

ENCICLOPEDIA MUNDIAL DEL OLIVO

CONSEJO OLEÍCOLA INTERNACIONAL

Todas las fotografías correspondientes a las portadillas de cada capítulo son de Gianluca Boetti, excepto la del capítulo 12.

Agradecemos la colaboración prestada por los siguientes museos: Arqueológico Nacional de Madrid e «Israel Oil Industrial Museum» de Haifa así como por los diversos colaboradores que amablemente han facilitado el material fotográfico.

ENCICLOPEDIA MUNDIAL DEL OLIVO
© Consejo Oleícola Internacional
Príncipe de Vergara, 154
28002 Madrid (España)

Primera edición: mayo 1996
Plaza & Janés Editores, S. A.
Enric Granados, 86-88
08006 Barcelona (España)

Realización
Serveis Editorials Estudi Balm+s, S. L.
Balmes, 209
08006 Barcelona (España)

ISBN: 84-01-61877-0
Impreso en España - Printed in Spain
en los talleres de EGEDSA - Sabadell (España)
Depósito legal: B-23992-1996

L 618770

PREFACIO

Estimado lector:

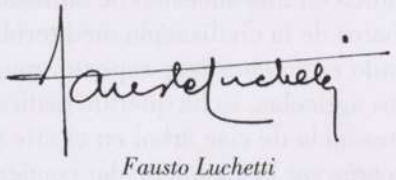
Me complace presentar la Enciclopedia Mundial del Olivo, obra ambiciosa que ve finalmente la luz después de algunos años de gestación y de laboriosas revisiones que han retardado su nacimiento, pero que han garantizado no obstante, al menos ése ha sido nuestro propósito, una esmerada calidad. He creído, en efecto, que era oportuno y necesario extender la coordinación y la colaboración para la realización de la obra a expertos procedentes de las principales zonas productoras del mundo, afrontando con realismo y determinación el problema de las lenguas de expresión de los mismos: árabe, español, francés, griego, inglés, italiano y turco, y previendo por primera vez en la historia de la oleicultura la publicación en todas las lenguas antes mencionadas.

Ha sido ésta una elección difícil, pero, a mi modo de ver, necesaria y coherente con una deontología profesional que considera al Consejo Oleícola Internacional desde hace más de treinta años al servicio de la oleicultura mundial, asumiendo en primera persona toda la responsabilidad que este objetivo conlleva. Por tanto, es para mí motivo de satisfacción personal que la *Enciclopedia* nazca bajo los auspicios del Consejo Oleícola Internacional, organismo que tengo el honor de representar y cuyos trabajos dirijo desde 1987 al frente de la Secretaría Ejecutiva.

Con la publicación de esta obra, que, permítanme subrayar, representa la primera recapitulación y el primer panorama global de todos los conocimientos y de las adquisiciones más recientes en el campo de la oleicultura y de la elayotecnia, nos hemos propuesto un doble objetivo: transmitir y hacer que resulten amenos, tanto para el lector especializado como para aquellos que deseen aproximarse por vez primera al mundo de la oleicultura, un conjunto de conocimientos, ofrecidos en forma de un texto único, sobre un tema que representa un aspecto básico para nuestros países mediterráneos y cuyas implicaciones van desde el ámbito cultural al económico en una sucesión de situaciones cuyos orígenes se remontan a los albores de la civilización mediterránea.

Teniendo en cuenta este aspecto, que diferencia al olivo de los demás cultivos agrícolas, se ha querido dedicar el primer capítulo a la historia y a la presencia de este árbol en el arte y en la literatura, confiriendo a tal *positio princeps* la misión de dar comienzo y ser el símbolo del alcance de la obra. En este capítulo del volumen, titulado «Evolución e historia», redactado por varios autores, el lector podrá revivir, en un breve pero exhaustivo recorrido, toda la historia del olivo, desde los albores de su cultivo en sus diversos aspectos sociales, culturales y religiosos, y conocer al propio tiempo su fuerza como fuente de inspiración mítica, que desde los tiempos de la civilización preclásica primero y de la épica griega después ha marcado su presencia.

Como se podrá comprobar, la *Enciclopedia* se caracteriza por un tono que voluntaria y, diría yo, obligatoriamente se ha querido que resulte poco homogéneo: no existía en efecto posibilidad alguna de que hubiese una continuidad y, más aún, ni siquiera era deseable que se diese una continuidad entre temas tan diferentes entre sí, aunque todos con un denominador común: el olivo. En esta *concordia discors* es donde reside, a mi parecer, el sentido y la justificación formal de una obra que se propone abarcar un mundo tan amplio y complejo y con referencias tan diversas. Dado que su propósito es llegar al lector profano y al lector especialista, ofreciendo a ambos, según los casos, un instrumento de información o de consulta, y que le permita profundizar en sus conocimientos, la *Enciclopedia* se ha propuesto utilizar de forma rigurosa un lenguaje sencillo y accesible, incluso para describir complejas realidades científicas y tecnológicas. No negaré las dificultades encontradas para conciliar estas dos exigencias, la científica y la divulgativa, que han hecho necesaria una cuidadosa lectura y revisión, de la que ha surgido una consideración importante: la posibilidad de dotar a la obra de un glosario interdisciplinar, por decirlo así, redactado de forma conjunta por todos los colaboradores, que podría ser objeto de un próximo apéndice de la obra. A este respecto, querría llamar la atención del lector sobre otro aspecto que, creo poder afirmar, es un elemento esencial y característico de la *Enciclopedia*: su programación diacrónica, de conformidad con la cual sería actualizada de forma periódica mediante apéndices en los que se recogerían los logros más recientes en las distintas materias, confiriendo de este modo un carácter de actualidad al conjunto del texto. Éste es nuestro propósito, que espero obtenga el consenso y el favor del lector: crear una obra de consulta, de profundización y de referencia capaz de meditar sobre sí misma y de ofrecer a quien la consulte un instrumento válido y vivo en el tiempo. Con la esperanza de haber alcanzado este objetivo, quiero dar las gracias ante todo a la Unión Europea por la sensibilidad demostrada y sin cuya determinante contribución financiera esta obra no hubiera podido nacer, y a todos aquellos que han colaborado en la misma, aportando sus valiosos conocimientos, convencido de que los esfuerzos de todos han servido para lograr nuestro común objetivo: salvaguardar, promover y difundir la oleicultura en los países productores y en el resto del mundo.



Fausto Luchetti
Director Ejecutivo del Consejo Oleícola Internacional

SUMARIO

ENCICLOPEDIA MUNDIAL DEL OLIVO

Coordinación del Consejo Oleícola Internacional - Madrid

PREFACIO 7

Capítulo 1 **EVOLUCIÓN E HISTORIA** 17
Coordinador: *José María Blázquez Martínez*

- ORIGEN Y DIFUSIÓN DEL CULTIVO, *J. M. Blázquez Martínez* 19
- Mitos y leyendas 20
- EXPANSIÓN CULTURAL Y ARTÍSTICA, *Horst Schäfer-Schuchardt* 21
- LA FABRICACIÓN DEL ACEITE DE OLIVA, *Marie-Claire Amouretti* 26
- Las aportaciones de la antigüedad 27
  - Fabricación sin prensa 27
  - Aparición de la muela giratoria 27
  - Aparición y difusión de las prensas 27
  - La decantación 28
  - Los cambios posteriores 28
  - Conclusión 29
- EL CULTIVO DEL OLIVO EN EL NORTE DE ÁFRICA, *Henriette Camps-Fabrer* 30
- El período romano 30
  - Condiciones naturales y procedimientos de cultivo 30
  - La política oleícola romana en el Norte de África 31
  - El olivo, factor de paz y sedentarización 31
- La Edad Media y la Época Moderna y Contemporánea 33
- EL ACEITE Y EL OLIVO EN TINGITANIA, *Michel Ponsich* 34
- EL CULTIVO DEL OLIVO EN LA ANTIGUA ISRAEL, *David Eitam* 36
- COMERCIO DEL ACEITE DE OLIVA, *J. M. Blázquez Martínez, M. P. García-Gelabert Pérez, G. López Monteagudo* 41
- El transporte marino de ánforas en los mosaicos romanos 41
- ÚLTIMOS TRABAJOS SOBRE LA EXPORTACIÓN DE ACEITE DE OLIVA BÉTICO A ROMA Y AL EJÉRCITO, *J. M. Blázquez Martínez* 43
- Aceite de oliva de la Bética en Germania 43
- ECONOMÍA OLEÍCOLA: EN LA ANTIGÜEDAD, *J. Remesal Rodríguez* 47

– ECONOMÍA OLEÍCOLA: EN LA EDAD MEDIA, *Georges Comet* 50
– ECONOMÍA OLEÍCOLA: EN LA EDAD MODERNA, *E. Martínez Ruiz* 52
Bibliografía 54

Capítulo 2 **BIOLOGÍA Y FISIOLOGÍA DEL OLIVO** 59
Coordinador: *Shimon Lavee*

– Origen botánico 61
– Características biológicas y morfológicas 64
• El árbol. Descripción general 64
• El sistema radical y su desarrollo 65
• Tronco y desarrollo de ramas 66
• Anatomía y función de la hoja 68
– Biología de la diferenciación de yemas, floración y cuajado 71
• Condiciones y calendario del desarollo reproductivo de las yemas 71
• Desarrollo de la inflorescencia 76
• Morfología de la flor 77
• Fisiología de la polinización 79
– Medio ambiente y metabolismo 81
• Ciclo anual 81
• Desarrollo reproductivo 82
• Efecto de la luz en la diferenciación y crecimiento de las yemas 85
• Desarrollo de las flores. Viabilidad y cuajado 87
• Desarrollo del fruto y acumulación de aceite 89
• Maduración del fruto 92
– Vecería 96
• Factores exógenos. Efectos climáticos y cultivo 97
• Efectos de la producción y tasa de crecimiento 98
• Razonamiento metabólico de la alternancia 99
• Intervenciones hortícolas y metodologías para compensar la vecería 104
Bibliografía 106

Capítulo 3 **ASPECTOS GENÉTICOS Y TÉCNICAS DE PROPAGACIÓN PARA UNA PLANTACIÓN INTENSIVA** 111
Coordinador: *Giuseppe Fontanazza*

– Consideraciones generales 113
• Olivicultura en áreas marginales 114
• Olivicultura en áreas idóneas 115
– Olivicultura tradicional 117
– Olivicultura intensiva 118
– Posible evolución de las técnicas de cultivo 122
• Mejora genética 123
• Clasificación varietal 129
• Métodos de propagación y técnicas de vivero 134
Bibliografía 141

Capítulo 4 TÉCNICAS DE PRODUCCIÓN 145
Coordinador: *Luis Civantos López-Villalta*

– Creación de nuevos olivares 148
• Elección de variedades 148
• Empleo de polinizadores 150
• Material vegetal de plantación 151
• Densidad y marco de plantación 151
• Poda de formación de las plantaciones intensivas 153
– Sistemas de manejo del suelo 153
• Consideraciones sobre las técnicas de manejo del suelo 153
• El sistema tradicional de cultivo 154
• Los sistemas de cultivo y las disponibilidades de agua 154
• La erosión 156
• Los sistemas de manejo del suelo y la producción 157
• Los sistemas de manejo del suelo y los costes de cultivo 158
• Tendencias futuras en los sistemas de cultivo 158
– La fertilización 159
• Consideraciones generales 159
• Importancia de los nutrientes en el olivar 159
• Estado nutritivo de la planta 161
• Fertilización del olivar 162
– Riego del olivar 164
• El olivo árbol xerófilo 164
• Relación agua, suelo y planta 166
• El clima y el agua 167
• Etapas críticas del ciclo del olivo en relación con el agua disponible 168
• Necesidades hídricas del olivo. Consumo de agua 168
• Recomendaciones para la práctica del riego 172
• La calidad del agua de riego 173
• Fertirrigación 173
– Formas de conducción y poda del olivo 174
• Principios generales de la poda del olivo 174
• Poda de formación del olivo 175
• Poda de producción 177
• Poda de renovación y de regeneración 178
• Poda mecánica del olivar 179
– La recolección 180
• Criterios para la elección del momento óptimo de recolección 181
• Métodos de recolección 183
• Conservación y transporte de las aceitunas 189
Bibliografía 190

Capítulo 5 TÉCNICAS AGRONÓMICAS Y CARACTERÍSTICAS DEL ACEITE DE OLIVA 195
Coordinador: *Piero Fiorino*
Co-autor: *Stefano Alessandri*
– Parámetros e índices de calidad 198
• Ausencia de defectos 198

- Pureza 199
- Genuinidad 199
- Equilibrio químico 199
- Tipicidad 200

– Factores bióticos y decisiones agronómicas que influyen en las características del producto 201
- Factores bióticos 201
- Factores técnicos. Selección de técnicas 209

– Uso de análisis fisico-químicos para la definición y el cálculo de modelos de clasificación 212
- Análisis de las componentes principales 213
- Análisis de los *clusters* 213
- Análisis discriminante 213

– Conclusiones 217

Bibliografía 218

Capítulo 6 LA DEFENSA FITOSANITARIA. DESARROLLO DE METODOLOGÍAS Y SALVAGUARDA DE LA PRODUCCIÓN Y DEL MEDIO AMBIENTE 223

Coordinador: *Antonello Crovetti*

Co-redactores: *Alfio Raspi y Antonio Belcari*

– Aspectos generales de la defensa 225
– Situación fitosanitaria en los principales países olivícolas 226
– Principales especies nocivas 227
- Mosca del olivo (*Bactrocera oleae*) 227
- Polilla del olivo (*Prays oleae*) 232
- Cochinilla de la Tizne (*Saissetia oleae*) 234

– La lucha integrada en olivicultura 236
- Objetivos 236
- Muestreo y vigilancia 236
- Control 238

– Perspectivas 239

Bibliografía 240

Capítulo 7 TECNOLOGÍA DE PRODUCCIÓN Y DE CONSERVACIÓN DEL ACEITE 251

Coordinador: *Enzo Fedeli*

– Nociones fundamentales 253
- Características físico-químicas del aceite y de sus componentes 253
- Reacciones químicas del aceite, de los ácidos y de los demás componentes 255

– Composición química del aceite 262
- Los ácidos grasos 262
- Los triglicéridos 262
- Los componentes menores 262

– Del olivar a la almazara 267
- Recogida mecanizada 267
- Ordeño 267

- Posibles daños al fruto 267
- El transporte de las aceitunas 269
- La conservación del fruto 269

– Mecánica oleícola 270
- El lavado y sus aspectos 270
- El triturado y sus aspectos 271
- Extracción por presión 271
- Extracción por centrifugación 272
- Filtración selectiva 273

– Características del aceite virgen 273
- Características organolépticas y mezcla 274
- El envasado y sus problemas 275

– Extracción del aceite de orujo 276
- Características de los orujos 276
- Tecnología de la extracción 277
- Características del aceite de orujo 277
- Subproductos y su utilización 278

– Métodos de refinado 278
- Desengomado 279
- Desacidificación clásica con álcalis 279
- Refinado físico 281
- Decoloración 282
- Desodorización 282
- Desceración 283
- Características organolépticas y mezcla 283
- Subproductos y su empleo 284

– Métodos analíticos 284
- Controles de calidad 286
- Controles de la genuinidad 287

– Usos alimentarios 288
- Aceites vírgenes, usos en frío 288
- Aceites vírgenes, usos en caliente 288
- Mezclas de aceites refinados y vírgenes 289
- Los aceites de oliva en la fritura 289

– Alpechín 289
- Composición del alpechín 290
- Tecnologías de depuración 290
- Subproductos de los tratamientos 290

Bibliografía 291

Capítulo 8 **PROCESOS DE ELABORACIÓN DE LAS ACEITUNAS DE MESA** 295
Coordinador: *Georges Balatsouras*

– Datos estadísticos sobre la producción y el mercado de las aceitunas de mesa 297
– Variedades mundiales de aceitunas de mesa 300
– La aceituna como materia prima para la producción de aceitunas de mesa (Estructura - Composición química) 306

– Aceitunas verdes estilo español 311
– Aceitunas negras al natural 319
– Aceitunas negras aderezadas en salmuera 328
– Otros tipos de aceitunas de mesa de importancia económica secundaria 334
Bibliografía 342

Capítulo 9 NUTRICIÓN Y VALOR BIOLÓGICO 345
Coordinador: *Francisco Grande Covián*

– PERSPECTIVAS DE LAS VENTAJAS NUTRICIONALES DEL ACEITE DE OLIVA, *Rosemary Stanton* 347
– Fases de investigación 347
• Decenios de 1950 y 1960 347
• Decenios de 1970 y 1980 347
• Decenio de 1990 347
– Sabor 348
– NUTRICIÓN Y VALOR BIOLÓGICO, *Mark L. Wahlqvist y Antigone Kouris-Blazos* 349
– El aceite de oliva en la salud y en la enfermedad: no sólo cardiopatía 350
• Relación con el colesterol 350
• Control de la glucemia 351
• Obesidad 351
• Cáncer 351
• Osteoporosis 352
– Consumo de aceite de oliva 352
– Opiniones sobre el aceite de oliva 353
– Conclusión 354
– UN MÉTODO RACIONAL DE PREVENCIÓN DIETÉTICA DE LAS ENFERMEDADES CARDIOVASCULARES, *Antonio Pagnan* 355
– DIETA Y ENFERMEDADES CARDIOVASCULARES, *Ali Oto* 357
– ATEROSCLEROSIS: OXIDACIÓN DE LAS GRASAS Y ARTERIOPATÍA CORONARIA, *Ali Oto* 359
– ATEROSCLEROSIS: OXIDACIÓN DE ÁCIDOS GRASOS Y ARTERIOPATÍA CORONARIA, *Andrea Bonanome* 361
– DIETA Y ARTERIOPATÍA PERIFÉRICA OCLUSIVA: EL PAPEL DE LOS ÁCIDOS GRASOS POLIINSATURADOS, MONOINSATURADOS Y SATURADOS, *Klea Katsouyanni, Yannis Skalkidis, Eleni Petridou, Antonia Polychronopoulou Trichopoulou, Walter Willett y Dimitrios Trichopoulos* 362
– LOS ÁCIDOS GRASOS MONO-ENO EN LA PREVENCIÓN DE LA DISLIPOPROTEINEMIA Y DE LA ATEROSCLEROSIS, *Rafael Carmena* 368
– REGULACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE LÍPIDOS EN EL PLASMA SANGUÍNEO, *Ronald Mensink* 371
– NUTRICIÓN Y FRITURA DE LOS ALIMENTOS, *Gregorio Varela* 373
– LA DIETA MEDITERRÁNEA: EL EMPLEO DEL ACEITE DE OLIVA EN LA DIETA DEL DIABÉTICO, *Abhimanyu Garg* 376
– LÍPIDOS ALIMENTICIOS Y ENVEJECIMIENTO, *Publio Viola y Mirella Audisio* 378
Bibliografía 381

Capítulo 10 ASPECTOS ECONÓMICOS Y POLÍTICA COMERCIAL 387
Coordinador: *Carlos Tió Saralegui*

– Economía del aceite de oliva en el mercado de las grasas 389
– La economía del aceite de oliva en los principales países productores 393
  • Unión Europea 393
  • Otros países productores 398
  • El consumo internacional de aceite de oliva 401
  • Economía de la aceituna de mesa 401
– Política económica de las grasas en el ámbito de la Unión Europea 402
Bibliografía 404

Capítulo 11 EL MARKETING DEL ACEITE DE OLIVA Y DE LAS ACEITUNAS DE MESA 405
Coordinador: *Iginio Lagioni*

– Qué debe entenderse por marketing del aceite de oliva y de las aceitunas de mesa 408
– Aspectos metodológicos 409
– Proceso de planificación de marketing 409
  • Análisis de marketing 409
  • Puntos fuertes y puntos débiles, amenazas y oportunidades 411
  • Fase de decisión 412
  • Definición de los objetivos de marketing 412
  • Elaboración de la estrategia de marketing 413
  • Elaboración del plan de marketing 416
  • Control de marketing 421
Bibliografía 422

Capítulo 12 LEGISLACIÓN Y POLÍTICAS OLEÍCOLAS NACIONALES 423
Coordinación: *Secretaría Ejecutiva del Consejo Oleícola Internacional*

– Miembros del Consejo Oleícola Internacional 426
  • Unión Europea (EU) 426
  • Túnez 434
  • Turquía 435
  • Marruecos 437
  • Argelia 437
  • Israel 438
  • Yugoslavia 439
  • Chipre 439
  • Egipto 440
  • Otros países oleícolas 440
– Otras legislaciones 442
  • Normas del Codex Alimentarius sobre el aceite de oliva y las aceitunas de mesa 442
  • Normas ISO 443
  • Normas sobre métodos químicos: IUCPA y AOCS 443
  • Protección Mundial de la Propiedad Intelectual: OMPI 444

Capítulo 13 EL CONVENIO INTERNACIONAL DEL ACEITE DE OLIVA Y LAS ACEITUNAS DE MESA Y EL CONSEJO OLEÍCOLA INTERNACIONAL 445
Coordinación: *Secretaría Ejecutiva del Consejo Oleícola Internacional*

– El Convenio Internacional del Aceite de Oliva y el Consejo Oleícola Internacional 447
– Características del mercado internacional del aceite de oliva 448
– Técnicas de regulación del mercado 449
– Conclusiones 450
– Política en materia de economía oleícola 451
– Política en materia de cooperación técnica 453
– Política en materia de calidad 458
  • La norma comercial aplicable al aceite de oliva y al aceite de orujo 458
  • La norma cualitativa unificada aplicable a las aceitunas de mesa en el comercio internacional 458
  • Los metodos de analísis fisicoquímicos 459
  • Reconocimiento del COI a los laboratorios de análisis químicos y a los paneles de cata 459
– Política de promoción del consumo de aceite de oliva y de aceitunas de mesa 459
  • Consideraciones generales 459
  • Actividades promocionales del Consejo en los últimos cinco años 460
– ACTIVIDADES PROMOCIONALES DE LA UNION EUROPEA A FAVOR DEL CONSUMO DE ACEITE DE OLIVA Y DE ACEITUNAS DE MESA, *F. Gencarelli* 466
  • Aceite de oliva 466
  • Aceitunas de mesa 467

Capítulo 1

EVOLUCIÓN E HISTORIA

Coordinación:
Prof. José María Blázquez Martínez
Catedrático de Historia Antigua
Facultad de Geografía e Historia
Universidad Complutense de Madrid
Madrid (España)

Colaboradores:
Prof. Marie-Claire Amouretti
Centre Camille Julian
Archéologie du Sud-Est de la France
et de la Méditerranée occidentale
Unité de Recherche Associée 284
Université de Provence - C.N.R.S.
Aix-en-Provence (Francia)

Prof. Henriette Camps-Fabrer
Directeur de recherche au C.N.R.S.
Laboratoire d'Anthropologie et de
Préhistoire des Pays de la Méditerranée
occidentale
Université de Provence - Centre d'Aix
Aix-en-Provence (Francia)

Prof. Georges Comet
Professeur d'Histoire du Moyen Age
Aix-en-Provence (Francia)
Prof. David Eitam
Israel Oil Industry Museum
Haifa (Israel)

Prof. M. P. García Gelabert Pérez
Profesora titular de Historia Antigua
Universidad de Valencia
Valencia (España)

G. López Monteagudo
Investigadora del Consejo Superior
de Investigaciones Científicas (CSIC)
Departamento de Historia Antigua
y Arqueología
Centro de Estudios Históricos
Madrid (España)

Dr. Michel Ponsich
Laboratorio de Arqueología
Casa de Velázquez
Ciudad Universitaria
Madrid (España)

Prof. José Remesal Rodríguez
Dpt. de Prehistòria, Història Antiga
i Arqueologia
Divisió de Ciències Humanes i Socials
Facultat de Geografia i Història
Barcelona (España)

Dr. Phil. Horst Schäfer-Schuchardt
Rechtsanwalt - Kunsthistoriker
Würzburg (Alemania)

NOTA: en este capítulo los distintos apartados están redactados por los colaboradores.

ORIGEN Y DIFUSIÓN DEL CULTIVO

JOSÉ M. BLÁZQUEZ

El origen del cultivo se pierde en el tiempo, coincidiendo y confundiéndose su expansión con las civilizaciones que se han desarrollado en la cuenca del Mediterráneo.

Se han encontrado fósiles de hojas de olivo en los yacimientos pliocénicos de Mongardino (Italia); restos fosilizados en estratos del Paleolítico Superior en el criadero de caracoles de Relilai, en el norte de África; trozos de acebuche y huesos en excavaciones del Eneolítico y la Edad del Bronce, en España. Por todo ello, puede decirse que la existencia del olivo se remonta al XII milenio. El origen del olivo cultivado se sitúa en Asia Menor hace unos seis milenios. De los pueblos antiguos de la zona, únicamente los asirios y los babilonios no lo conocían.

El olivo cultivado, *Olea europaea L.*, procede de la variedad silvestre, *Olea chrysophylla Lam.* a través del acebuche u oleastro, *Olea oleaster L.* u *Olea europaea oleaster*.

Los vestigios encontrados y las referencias en la literatura son numerosísimos. En Ebla, en el norte de Siria, unas tablillas fechadas a mediados del III milenio mencionan una alta producción de aceite. Asimismo, en el II milenio a.C. se documenta en Siria, en Tell Sukas, en Palestina.

Aparece también en Anatolia, principalmente en la llanura de Cilicia, según datos de los textos hititas, y en Egipto, importado de Asia. En el Imperio Antiguo, los olivares del valle del Nilo debían proceder de Siria. La palabra egipcia *dt* parece derivar de una lengua semita noroccidental (zayt).

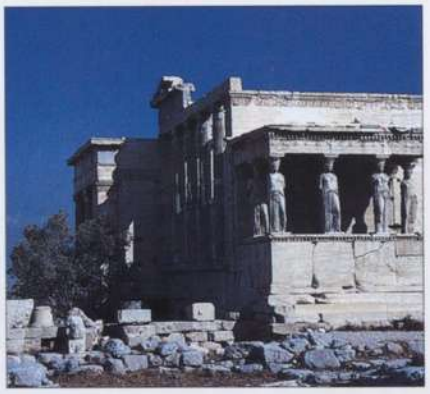
Durante el Imperio Nuevo, los olivares debían ser relativamente extensos, como se desprende de una inscripción de tiempos de Ramsés II (1197-1165 a.C.), hallada en Heliópolis, en el templo del dios Ra, en la que se dice que los olivares de la ciudad proporcionaban aceite puro, el de mejor calidad en Egipto, para alumbrar las lámparas en el palacio sagrado.

Sinuhé el Egipcio (1191-1178 a.C.), que vivió muchos años en un ambiente sirio-palestino, menciona el aceite fino en casa del hijo del rey. También conoce el uso del aceite para ungir el cuerpo contra las grietas y las quemaduras de la piel. Con frecuencia el cuerpo se ungía con aceite perfumado.

Los olivares se citan en diversas ocasiones en los libros del Antiguo Testamento, como el Deuteronomio y los de Jeremías, Oseas y Joel, ya que el aceite era muy necesario para la salud, según afirman los libros de los Reyes, Crónicas, el Eclesiastés y el profeta Ezequiel. Asimismo, está confirmado el uso del aceite para iluminar las lámparas del Tabernáculo.

El libro de Esdrás señala que, en tiempos del segundo Templo, después de la cautividad de Babilonia, Tiro y Sidón recibían aceite, a cambio de madera de cedro. Por otra parte, según el testimonio del profeta Ezequiel, los países lindantes con Fenicia, como Judea, Damasco e Israel, suministraban a los fenicios aceite, entre otros productos agrícolas.

A partir del siglo XVI a.C. los fenicios difunden el olivo por las islas griegas y en los siglos XIV a XII a.C. por la península Helénica, donde se incrementa su cultivo, llegando a adquirir gran importancia en el siglo IV a.C. cuando Solón promulgó decretos para regular la plantación de olivos.



Olivo en las proximidades del Partenón.

En el mundo micénico, a partir de 1550 a.C., algunas tablillas citan al olivo y se supone que se menciona tanto el olivo silvestre como el cultivado.
Unas impresiones paleobotánicas halladas en Cnossos (Creta), en una copa sin asas fechada a comienzos del siglo XV, a juzgar por su forma, permiten suponer que mencionan un olivo silvestre, o una forma muy primitiva de olivo cultivado.
De época minoica (1900 a.C.) se conservan dos tipos de huesos de aceituna; uno de ellos, encontrado en Slavokampo, es parecido al de Cnossos; el otro quizás es de una forma primitiva de cultivo. Esta dualidad de aceitunas y de olivos concuerda bien con la dualidad de los ideogramas que los citan. Al parecer, las aceitunas de Cnossos se dedicaban más a la obtención de perfumes que a la alimentación. No está probado que los micénicos utilizaran el aceite en la cocina, pero sí muy probablemente para el alumbrado, ya que las lámparas son corrientes a partir del minoico medio. Sí parece, por el contrario, que este pueblo utilizó las aceitunas en la dieta alimenticia. Los testimonios son numerosos en Pilos (Grecia) y escasos en Cnossos.
En la primera mitad del I milenio a.C. el olivo se extendió por Asiria, como lo demuestran los hallazgos de Nimrud-Kalkhu, así como la mención del olivo en léxicos asirios de la época.
Desde el siglo VI a.C. se propagó por toda la cuenca del Mediterráneo pasando a Trípoli, a Túnez, a la isla de Sicilia, y desde aquí a la Italia Meridional. El cultivo se extendió de sur a norte desde Calabria a Liguria.
Los romanos extendieron el cultivo del olivo por los países costeros del Mediterráneo, como arma pacífica en sus conquistas para el asentamiento de poblaciones, dándose el caso de que cuando llegaron al norte de África, los bereberes ya sabían injertar acebuches.
El olivo, que se había introducido en España durante la dominación marítima de los fenicios (1050 a.C.), no alcanzó gran desarrollo hasta la llegada de Escipión (212 a.C.) y la dominación de Roma (45 a.C.).

MITOS Y LEYENDAS

Se conocen dos mitos griegos referentes al origen del aceite. El gran poeta lírico Píndaro (522-475 a.C.), que cantó en su *Olímpica III* la victoria de Tkeron, tirano de Sicilia, recoge el mito de que el olivo fue llevado por el héroe dorio Herakles del país de los hiperbóreos (más allá del viento Borea) al santuario de Olimpia en Grecia. Este mismo mito fue recogido en el siglo II d.C. por Pausanias en su *Descripción de Grecia*.
En Roma, Hércules siguió vinculado al aceite, según una inscripción del Foro Boario, fechada en el siglo III a.C., dedicada por los comerciantes de aceite. A finales de la República, los comerciantes de aceite dedicaron un templo y una estatua a Hércules Olivarius, en Delos. La clava del héroe griego se creía que estaba hecha con madera de olivo.
El segundo mito griego atribuye a Atenea, diosa protectora de la ciudad de Atenas, la invención del aceite de oliva e incluso la introducción del olivo en el Ática: el dios del mar, Poseidón, disputaba a Atenea la soberanía de la ciudad de Atenas. Ambos dioses trataron de ofrecer al Ática el mejor regalo posible. Poseidón regaló un lago sagrado en la Acrópolis, y Atenea hizo brotar un olivo. El consejo de los dioses –o según otras versiones, una sentencia de Cécrops– decidió otorgar la victoria a Atenea, pues el olivo podía vivir centenares de años, daba frutos comestibles y además podía extraerse de él un jugo maravilloso: el aceite de oliva. Éste podía ser utilizado por los hombres para condimentar sus comidas, para el cuidado de su cuerpo, para la curación de las heridas y enfermedades y también como fuente permanente de luz en sus viviendas.

EXPANSIÓN CULTURAL Y ARTÍSTICA

H. SCHÄFER-SCHUCHARDT

Lucius Junius Moderatus Columella (Columela), experto agrónomo romano del siglo I d.C., nacido en Cádiz, España, y muerto en Tarento, en Apulia, atribuía al olivo un lugar preeminente entre los árboles: «Olea prima arborum est», como indica en su extenso tratado sobre la agricultura *De re rustica*, V ,8, 1, escrito hacia el año 60 d.C.

De hecho, durante la Antigüedad clásica ningún otro árbol fue tan útil, tan valioso e importante ni tan venerado por los pueblos mediterráneos como el olivo. Este árbol, símbolo de la riqueza, de la fama y de la paz, prestaba sus ramas para la coronación de los vencedores, no sólo en los juegos pacíficos, sino también en las sangrientas guerras. Con el aceite extraído de sus frutos se ungía a los grandes personajes, y la riqueza y la prosperidad dependían de él. Su aceite y sus frutos, las aceitunas, constituían un alimento indispensable, como sigue sucediendo hoy en día. El aceite de oliva, en forma de aceite aromático y de óleo para ungir, era el principal producto para el cuidado del cuerpo, y por ello muy apreciado. El culto a los muertos y a los dioses era inimaginable sin aceite de oliva, ya que éste constituía un elemento fijo de las ceremonias religiosas. Hubo pueblos, como los cretenses (más o menos hasta 1500 a.C.) o los filisteos (hacia 100 a.C.), que debieron su riqueza exclusivamente al producto de este árbol. Como producto de exportación, el aceite de oliva se intercambiaba por productos valiosos e importantes, difíciles de encontrar o inexistentes en el propio país.

El olivo (*Olea europaea*) era considerado por los griegos y los romanos como el principal cultivo del Mediterráneo. Virgilio (nacido en Mantua en el 70 a.C. y muerto en el año 19 a.C. en Brindisi) recomendaba alimentarse de aceitunas, que son fructuosas y carnosas y están consagradas a la paz: «Hoc pinguem et placitas paci nutritor olivam» (*Geórgica*, II, 425).

El Mediterráneo es tenido por la cuna de nuestra civilización. También es la patria de origen del olivo. Por eso ha tenido el olivo una participación tan fundamental en la historia de la humanidad. Cualquier iniciativa para su protección y su defensa contribuye así también a la preservación de los valores universales de nuestra civilización y nuestra cultura.

No debe sorprender, pues, que el hombre empezara ya muy pronto a mejorar y perfeccionar todo lo que se relacionaba con el olivo, ya fuera el cuidado del árbol, la forma de realizar la recolección o la extracción del aceite; en otras palabras, que se esforzara por cultivarlo. El aumento de las cosechas y la mejora de la calidad del aceite hicieron aumentar los beneficios, y con ellos el bienestar y la riqueza, como supieron reconocer los gobernantes de Creta. Su riqueza se basaba en el cultivo del olivo y la extracción de aceite de oliva. En medio de los olivares plantados por toda la isla levantaron fastuosos palacios, como los de Cnossos, Faistos, Vathypetro o Hagia Tríada. Entre los numerosos murales que se han conservado en ellos se encuentran también algunos en los que aparecen olivos. Los frescos del segundo palacio de Cnossos (actualmente en el Museo Arqueológico de Heraklion) constituyen probablemente, con sus más de 3.500 años de antigüedad, las primeras representaciones del olivo de toda la historia. El aceite de oliva era el principal producto de exportación de Creta. Mientras que el destinado a la alimentación y a las lámparas era transportado en ánforas y

Ánfora para el transporte de aceite de época romana.

pithoi de tamaño medio adornados con motivos ornamentales, los valiosos aceites aromáticos y óleos –perfumes de aroma fabricados a base de aceite de oliva– se presentaban en redomas de fantasía ricamente adornadas, entre las que se encontraban las famosas vasijas de asa (Museo Arqueológico de Heraklion). Éstas se representan también en un fresco de una de las cámaras de la tumba del faraón Ramsés III (1184-1153 a.C.) en el valle de los Reyes en Luxor-Tebas: una prueba de la gran estimación que se tenía al aceite de oliva, que el faraón importaba en vida y al que no quería renunciar en el reino de los muertos.
Se conocen documentos de Ramsés III (papiro Harris I) en los que ofrendaba al dios del Sol, Ra, con destino a las lámparas de su palacio (templo), aceite de primera clase extraído de los olivares de Heliópolis. Numerosas lámparas, sobre todo de alabastro, encontradas en las tumbas de los faraones, demuestran la utilización del aceite de oliva en los templos egipcios. El culto egipcio a los muertos comprendía, además del ungimiento de éstos con aceite de oliva, su atavío con collares en los que había ramas de olivo (hoy en el Museo Egipcio de El Cairo).
El mito antes mencionado de la lucha de Atenea y Poseidón ha sido objeto de muchísimas referencias literarias y de reproducciones en vasos que representan esta escena. Uno de los más bellos es una crátera siciliana de 400 a.C. aproximadamente, que representa a la victoriosa Atenea junto con su olivo, mientras sobre un caballo aparece el vencido Poseidón recibiendo un regalo de consolación (Museo de la Faisanería de Fulda). Con todo, quizá la obra de arte más significativa la creó el escultor Fidias entre 447 y 438 a.C. para la fachada occidental del templo del Partenón, en la Acrópolis de Atenas (Herodoto, VIII, 55; Pausanias, I, 24, 3 y 5; I, 26, 5; 27, 2; Ovidio, *Metamorfosis*, VI, 81), aunque sólo se han conservado fragmentos que se exhiben en el British Museum de Londres y en el Museo de la Acrópolis. Allí pueden verse también algunos intentos de reconstrucción. Fidias fue asimismo el creador de la estatua de Zeus en Olimpia, una de las siete maravillas y la imagen más famosa y suntuosa de la Antigüedad. Hecha de madera de olivo, oro y marfil, sobre la cabeza portaba permanentemente una corona de olivo (Pausanias, V, 11, 1) y además era untada continuamente con aceite de oliva (Pausanias, V, 1, 10) con el fin de que el marfil no se deteriorase a causa del «clima pantanoso» de Olimpia. Por Herodoto (*Historia*, V, 82) sabemos que el oráculo de Delfos llegó a ordenar en una ocasión, a través de la pitonisa de Apolo, la fabricación de dos estatuas de las diosas de la fertilidad Damia y Auxesia, hechas de madera de olivo de los árboles sagrados de Atenas.

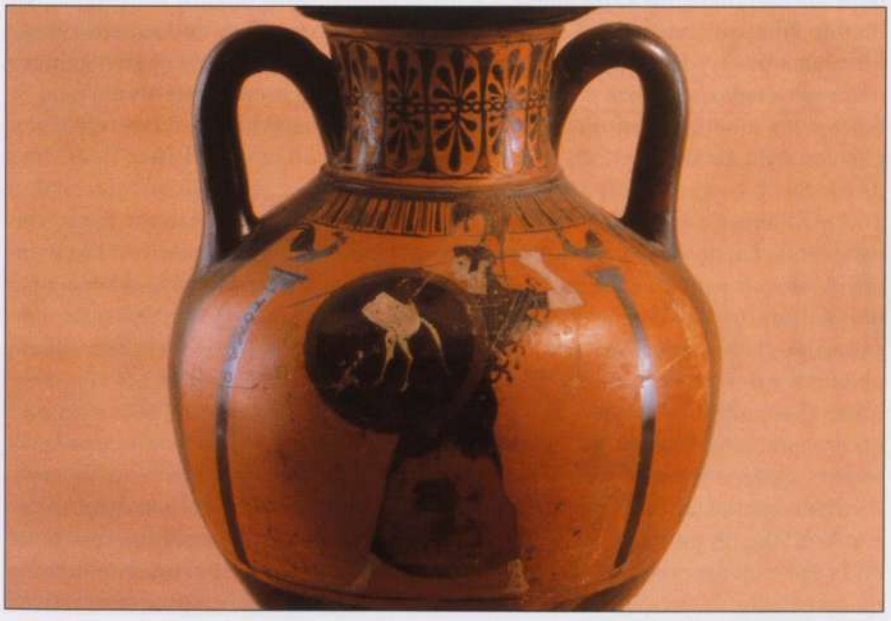
Un acto fastuoso y ritual era la coronación de los vencedores de Olimpia con coronas de ramas de olivo, que se mantenían dispuestas en una mesa colocada ante el *pronaos* del Templo de Zeus. La mesa estaba adornada con trabajos artísticos de oro y marfil, y había sido fabricada por Colotes, un discípulo de Fidias (Pausanias, V, 20, 1-2).

También honoríficos eran los regalos a los vencedores de los Juegos Panatinaicos, que se celebraban en Atenas en honor de la diosa protectora de la ciudad y del olivo, Atenea, con ocasión de su aniversario. El punto álgido de los mismos era una procesión de vírgenes adornadas con ramas de olivo, que trasladaban a la Acrópolis, en un vehículo sobre ruedas, un vestido tejido y bordado por ellas, un *peplo*. El vestido estaba destinado a la vieja estatua de madera de olivo de Atenea Polias, que se encontraba en la parte oriental del Erecteion. Esta escena aparece representada con todo detalle en el friso del Partenón (British Museum, Londres). Los vencedores de los Juegos recibían como premio aceite de oliva extraído de las aceitunas de un olivar consagrado a la diosa Atenea. El aceite se les entregaba en las llamadas ánforas de premio, que por una parte representaban a la diosa y por la otra la disciplina deportiva en la que el atleta había vencido. El Museo Nacional de Tarento conserva tres de estas ánforas, que representan los premios concedidos a un atleta de la ciudad que participó y ganó hacia el año 480 a.C. en los juegos de Atenas, y que se encontraban en su cámara fúnebre como ajuar mortuorio.

También en el deporte desempeñaba el aceite un papel relevante. Para mantener los músculos elásticos, los atletas se untaban regularmente con él en las palestras y gimnasios. Tras la competición, el aceite, el polvo y el sudor se limpiaban con un estrigilo. Ambas escenas constituían motivos muy apreciados en la pintura de vasos o en el arte escultórico griegos. Así, una crátera de Capua decorada por el pintor Eutronio hacia 510 a.C. muestra una escena con atletas que están untándose (Antikensammlung Berlin). En la escultura, se ha conservado una copia en mármol de un original en bronce de Lisipo, artista y escultor de la corte de Alejandro Magno (330-320 a.C.); se trata del Apoxiameno («el que se cepilla»), un ganador de los Juegos Olímpicos que originalmente se estaba limpiando con un estrigilo (Museos Vaticanos, Roma).

También en el culto a los muertos de los griegos se encuentran representaciones análogas. Así, en una estela mortuoria de hacia 430 a.C., procedente del cementerio de Keramikos en Atenas, es posible identificar a un atleta fallecido

Crátera de época griega clásica.



Ánfora de época griega clásica.

Ampolla del peregrino de época medieval.

con un estrigilo; y en una escena de un entierro en una crátera –procedente de Apulia y decorada en el siglo IV a.C. por el pintor Ganímedes– se ve a un joven que sostiene un estrigilo, esta vez con un aríbalo (vaso) lleno de aceite de oliva (actualmente, en el Museo de la Antigüedad, Colección Ludwig, Basilea). El aceite de oliva era un elemento invariable en el culto a los muertos de los griegos, y acompañaba al difunto en su camino hacia el otro mundo en vasos preciosos denominados *lequitos*. En ellos solían representarse escenas de la vida del muerto, así como rituales de culto junto a su tumba. A menudo también se ofrendaban valiosas joyas. En el Museo Nacional de Tarento se conserva entre los diversos objetos de oro expuestos una corona de olivo de hojas de oro. Se trata del ajuar mortuorio de una dama noble del siglo IV a.C.

Gracias a las costumbres de enterramiento de los griegos y de los romanos, se han conservado innumerables vasijas que reflejan el increíble culto al que ya entonces se habían entregado las damas aristocráticas: el culto al cuidado del cuerpo y a la belleza, manifestado en el consumo de aceites aromáticos y de óleos. Llegó a afirmarse que había un aceite aromático para cada una de las partes del cuerpo de una dama. Este culto dio lugar a una enorme producción de vasijas para óleos y perfumes, que se presentaban en todas las formas y tipos de recipientes de cerámica, barro, vidrio, bronce, cobre, plata y oro. En frescos como el de Herculano del Museo Nacional de Nápoles –antes de 79 a.C.– o el de la Casa dei Vetti de Pompeya –antes de 79 a.C.–, se muestra la producción de perfumes. Desde la prensa hasta el calentamiento, el aromatizado, la venta y la prueba en la tienda, todo aparece. Con todo, nada podía reflejar con mayor exactitud el culto a los aceites aromáticos y óleos que un «poema al aroma» del erudito griego Kalímacos, integrante de la corte ptolomeica de Alejandría (entre 310 y 240 a.C.): la elegía *Al bucle de Berenice*. Esta perla de la poesía nos ha llegado a través de la versión latina de Cátulo (Cátulo, *Carmen*, LXI, 138; LXVI). Según cuenta, la reina Berenice ofreció a los dioses un bucle de su pelo. Mas éste, llegado al cielo, mostró su deseo de volver a la cabeza de su dueña, por más que ésta fuera muy ahorrativa en la utilización de perfumes caros. Como compensación, en adelante cada novia debería ofrecer en su noche de bodas una ofrenda de aromas a Afrodita.

Los aceites aromáticos y óleos consagrados desempeñaron un papel relevante en Grecia, en el Oriente Medio y sobre todo en la Palestina hebraica, así como en el Asia Menor paleocristiana (por ejemplo, el aceite consagrado el Jueves Santo para los enfermos, los catecúmenos y los bautizos), para ungir a los reyes (costumbre adoptada por todo el occidente cristiano) y a los sacerdotes, para consagrar los altares y los objetos litúrgicos, los edificios sagrados y profanos, para ungir a los enfermos, para su uso en las bodas y nacimientos y por último para el culto a los muertos. Tanto el Antiguo Testamento como el Nuevo se refieren a ello con todo detalle (Lev., 8, 10-12; I Sam., 10, 1 y 16, 1 y 13; I Re., 1, 39; Mt., 2, 11, 26, 7 y ss.; Jn., 12, 3-4 y 19, 41; Lc., 7, 37 y ss., 23, 55-56 y 24,1; Mc., 16,1). El acto de ungimiento más importante de la religión cristiana fue el del cadáver de Cristo (Cristo y Mesías significan «el Ungido»). Más de 100 libras de mirra, áloe, especias y ungüentos fueron llevadas a la tumba por Nicodemo y las mujeres María Magdalena, María Jacobi y Salomé. En el Templo del Sepulcro de Jerusalén, la piedra del ungimiento situada a la entrada muestra el lugar donde el cadáver de Cristo fue ungido y envuelto en paños. La escena de las «mujeres junto al sepulcro de Jesús» pasó a formar parte del arte cristiano y se convirtió en un apreciado motivo de representación en muchas iglesias. Bizantinizada, la escena aparece también en un fresco de la iglesia de la gruta de S. Vito Vecchio, en el Museo Pomarici Santomasi de Gravina, en Apulia, hacia el año 1200.

En Asia Menor, en la costa meridional de Turquía, existía otra costumbre local en la época paleocristiana. Quienes morían en olor de santidad eran enterrados en sarcófagos de piedra con aceites aromáticos. Se atribuían virtudes curativas

a las gotas de aceite que habían tocado el cuerpo de uno de aquellos «miroblitas». Por esta razón, en los sarcófagos, ricamente adornados y en su mayoría reutilizados de la época romana, había aberturas por las que podía sacarse o volver a rellenar el aceite. San Nicolás de Mira, junto a Antalya, fue enterrado en un sarcófago de este tipo.

El empleo de aceitunas como adorno está documentado en algunas vasijas pertenecientes a una suntuosa vajilla de plata encontrada en las excavaciones de la casa de Menandro, en Pompeya. Durante la erupción del Vesubio, el 24 de agosto de 79 d.C., quedaron sepultadas. Las 118 piezas que forman el conjunto se encuentran en el Louvre y en el Museo Nacional de Nápoles.

El número de lámparas de aceite que nos han llegado –sobre todo de la época grecorromana– es incalculable. En toda la región mediterránea, la lámpara de aceite fue durante más de 5.000 años el medio para iluminar las viviendas, palacios, templos e iglesias de los hombres. Los hallazgos en tumbas, las excavaciones y las referencias literarias forman un amplio espectro. Seguramente la primera descripción de una lámpara de aceite –el Candelabro de los siete brazos de oro o Menorah– se encuentra en el Éxodo (25, 31-40). Dios encargó a Moisés que lo fabricase para el Templo siguiendo sus indicaciones precisas y que sólo utilizara para encenderlo el aceite de oliva más puro. En el año 70 d.C., el candelabro fue llevado a Roma por Tito. La escena aparece representada en el Arco de Tito del Foro Romano. También se reproduce en los mosaicos de muchas sinagogas judías, como la de Tiberíades-Hammat, junto al lago de Genezareth, del siglo IV, y en la de Bet Alfa, en el valle del Jordán, del siglo VI. No menos valiosa era la lámpara que lucía permanentemente ante la estatua de Atenea en el Erecteion, en la Acrópolis de Atenas. Según Pausanias, había sido fabricada de oro por el escultor Calímaco a finales del siglo V a.C. Una vez al año se la llenaba de aceite de oliva. Homero menciona asimismo un candelabro de oro de Atenea (*Odisea*, XIX, 34). Durante algún tiempo coexistieron en la religión judía dos tipos de lámparas: la lámpara Chanukka de ocho llamas para ocho días, y la lámpara del Sabbat, igualmente de ocho llamas, que se encendía la víspera del Sabbat (colección Schweinfurt, fines del siglo XVIII).

En la época paleocristiana se utilizaban frecuentemente en las iglesias candelabros de aceite de oro o de plata con forma de plato ricamente adornados que se colgaban de cadenas. Entre los más suntuosos están los del tesoro eclesiástico procedente del monasterio de San Nicolás, al norte de Mira, en Alacahisar (actualmente en el Museo de Antalya y en Dumperton Oaks).

Hasta la invención de la lámpara de gas en el siglo XIX, las lámparas de aceite eran utilizadas en toda Europa. Ya fueran de barro, cerámica, vidrio, bronce,

Lucerna de época romana.

Lucerna de época romana.

Lámpara de aceite de época romana.

Lucerna de bronce de época romana.

cobre, plomo, hojalata, plata u oro, adornaban con las más fantasiosas formas las casas de nuestros antepasados.

Curiosamente, también se han transmitido así, a través de la pintura antigua de vasos, escenas relativamente profanas, como la recolección de las aceitunas, su prensado y su comercio. Así, un ánfora de Vulci, hacia 500 a.C. muestra el vareo, una *skyphos* –tipo de vasija– ática del siglo VI a.C. (una obra del Museum of Fine Arts, Boston) muestra una prensa de viga con pesas de piedra y una *pelke* –otro tipo de vasija– del siglo VI a.C. de los Museos Vaticanos, Roma, recoge dos escenas en las que se ofrece a la venta aceite de oliva.

Ya se ha mencionado, al aludir a las estatuas de dioses, que la madera de olivo servía también para hacer obras de arte. Resulta sorprendente cómo confluyen la artesanía y la poesía en la escena del reconocimiento entre Ulises y Penélope en la *Odisea* de Homero (*Odisea*, XXIII, 177-204). En ella, Ulises describe un gran olivo en el que estaba tallada una cama cuya existencia solo conocían él y su esposa.

Queda por añadir que también la pintura ha honrado al olivo, con ejemplos como un fresco de Giotto en el que un hombre agita los brazos desde lo alto de un olivo durante la entrada de Jesús en Jerusalén (Capella degli Scrovegni, Padua, 1305-1306) o una acuarela de Alberto Durero en la que figura un olivar junto a Arco, al norte del lago de Garda (Museo del Louvre, 1505-1507).

De los dos árboles del Paraíso, la higuera está considerada como árbol de la verdad, pero el árbol de la vida es el olivo. ¿Quién se atrevería a dudarlo?

LA FABRICACIÓN DEL ACEITE DE OLIVA: UNA HISTORIA TÉCNICA ORIGINAL

MARIE-CLAIRE AMOURETTI

Es muy probable que los primeros elementos de mecanización agrícola aparecieran para producir aceite. En efecto, la fabricación del aceite de oliva tiene de particular el hecho de que solamente se recurre a medios mecánicos: se trata de extraer un producto que existe en estado natural en el fruto, y no de utilizar procedimientos químicos de transformación, como ocurre con la fermentación del vino. No es extraño, por tanto, que los arqueólogos interpreten ahora cavidades y mazos como instrumentos para la fabricación del aceite desde la Edad del Bronce en Oriente Medio y Creta (Eitam, 1987; Blitzer, 1992).

La fabricación del aceite de oliva requiere tres operaciones:

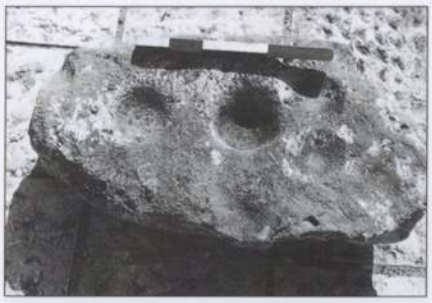
- El triturado: reventar la piel y aplastar la pulpa.
- El prensado: extraer el aceite de ese amasijo de pulpa.
- La decantación: separar el aceite del alpechín, de los elementos sólidos y del agua añadida.

LAS APORTACIONES DE LA ANTIGÜEDAD

FABRICACIÓN SIN PRENSA

Si se aplastan con la mano las aceitunas en un cuenco con agua, se ve cómo flota un poco de aceite. La técnica se mejora si se emplea un mazo de piedra y se añade agua caliente. Ésta es la producción de aceite con mortero, el aceite lavado de la Biblia, preferido para usos sagrados y producido en pequeñas cantidades. La producción puede mejorarse aún más si se pisa la pasta con los pies después de una primera trituración. A menudo se añade al final agua caliente para facilitar la decantación. Un ejemplo lo constituye el aceite *zit* Uberray, que todavía fabrican en el siglo XX las mujeres en Cabilia.

Con el pisado y la torsión, las aceitunas se introducen en un saco y se pisan con los pies en una cuba para la trituración. Después, se pasa un palo por cada extremo del saco y se retuerce como se hace para secar la ropa. Esta técnica ya se conocía en el Egipto faraónico, quizás para el aceite vegetal y en todo caso para el vino (Montet, 1925; Meeks, 1993). Está documentada en la época moderna en Venecia y España, y todavía se utiliza en Turquía y Córcega en la época contemporánea (Casanova, 1990; Mattozzi, 1979; González Blanco, 1993).



Piedra del período pre-neolítico con cavidades para cuencos de arcilla, del yacimiento de Nahal Orem.

APARICIÓN DE LA MUELA GIRATORIA

Durante mucho tiempo, el triturado se efectuó con una piedra grande o con los pies. En la Edad del Bronce aparecieron los rodillos de piedra, que se manejaban directamente con las manos o con bastidores de madera. De ellos se deriva el cilindro triturador, que, en algunos casos, pudo ser accionado por un animal. El descubrimiento de la muela perpendicular es muy importante, ya que supone la primera utilización de un movimiento rotatorio en un aparato de transformación. Actualmente, el ejemplo más antiguo conservado procede de la ciudad de Olinto, en el norte de Grecia, y data del siglo IV a.C. El aparato se parece al *trapetum* descrito por Catón en el siglo II a.C., se acciona a mano y se han encontrado varios ejemplares, uno de ellos en Pompeya. Este sistema requiere una puesta a punto muy precisa; como las muelas aplastan las aceitunas contra la pared del mortero, sus dimensiones deben estar muy bien ajustadas. De hecho, muy pronto hubo varios tipos, muelas perpendiculares, las *molae olearíae*, con una o dos muelas, y de trituración contra los bordes o contra el fondo del recipiente. Tuvieron una gran difusión en la época romana (Frankel, 1986, 1993; Brun, 1986).

Rodillos de piedra, de la Edad del Bronce II, procedentes de Tel Beit Mirsim.

APARICIÓN Y DIFUSIÓN DE LAS PRENSAS

La prensa más sencilla consiste en colocar una piedra sobre la pulpa triturada y esperar a que la presión ejerza su efecto natural. Cuando se tuvo la idea de colgar la piedra de una viga –el árbol de la prensa– que apoyaba sobre las aceitunas trituradas, se consiguió una verdadera maquinaria. Son conocidas en arqueología las piedras talladas con una reguera, las artesas, sobre las cuales descansaban los sacos llenos de aceitunas, los «capachos» provenzales.

Las prensas pueden clasificarse (Parain, 1960) según el tipo de presión:

Prensas de cuña

Prensas de viga:
- De contrapeso simple.
- De torno fijo.
- De torno sobre contrapeso.
- De husillo sobre contrapeso.

Prensas de husillos directos:
- De dos husillos.
- De un husillo.

Todos estos tipos se conocen desde el inicio de nuestra era. Con el Imperio romano se difundieron por todas las regiones mediterráneas, como resultado del aumento de la demanda y de la producción de aceite de oliva (Mattingly, 1988; Hitchner, 1993).

Se aprecian, sin embargo, diferencias regionales. Uno de los problemas mecánicos más importantes de estas máquinas era el riesgo de desgarramiento debido a la presión. Por consiguiente, fueron variando las modalidades de empotramiento de la viga: postes de madera, los *arbores* de los latinos, profundamente empotrados en Italia, o monolitos de piedra resistentes por su propio peso, en Chipre, Dalmacia o el Magreb, por ejemplo. También se empotró la viga en un muro, lo que dejaba menos juego a los desplazamientos. Cuando se podía utilizar una almazara troglodítica, aumentaban las probabilidades de resistencia; este sistema se empleó en el Líbano, en Judea (Callot, 1984; Eitam, 1987; Kloner Saguiv, 1993).

La prensa de cuña está documentada por una pintura de Pompeya, sin duda (Mattingly, 1990) para la fabricación del aceite empleado como fijador para los perfumes.

La última mejora en las prensas de viga fue el husillo. Encajando un husillo en el contrapeso se ahorraba trabajo a los obreros y se obtenía mayor seguridad en la manufactura. Este sistema, que se difundió sobre todo durante el Bajo Imperio, fue muy utilizado en la Edad Media. Se mejoró después con el uso de clavijas para la prensa denominada de gran punto (Frankel, 1993; Amouretti Comet Paillet, 1984). Las prensas de husillo directo aparecieron inmediatamente antes de nuestra era, si bien no sustituyeron a las otras. Aunque permitían un control más directo del aceite prensado, eran más frágiles y exigían más mano de obra. Por otra parte, al estar realizadas en madera, dejaron también menos vestigios. Podían ser de un husillo o de dos, y probablemente estuvieron más extendidas de lo que creemos. Así pues, todas las transformaciones técnicas se habían realizado ya en la Antigüedad. Durante la época medieval y moderna se mejoraron determinados aspectos. El *trapetum* desapareció en provecho de una muela de mayores dimensiones, pero los cilindros permanecieron. Se mejoró la productividad de la prensa de viga y también se trató de mejorar el tamaño de los husillos directos.

LA DECANTACIÓN

Al ser el aceite más ligero que el agua, flota y se puede recoger con la mano o con una especie de cuchara plana. Por consiguiente, todos los sistemas de decantación han empleado el agua, utilizándose tanto grandes vasijas, *pithoi* griegas, *dolia* romanas, como tinas de mampostería (Brun, 1993). Los más bellos depósitos son los del norte de África, que presentan una sucesión de tinas comunicantes (Camps, más adelante). Parece que fue bastante tarde, sin duda en el siglo XVI de nuestra era, cuando se pensó en reciclar los orujos mediante el remolido, con objeto de extraer todavía aceite, de esos desechos, aunque fuera de peor calidad (Bernard, 1786; Magnan, 1985).

LOS CAMBIOS POSTERIORES

Como recordaba el abad Couture a fines del siglo XVIII, la mayoría de los productores directos se preocupaban menos de la calidad que de la cantidad obtenida. Excepto con sistemas de árbol muy pesados, la productividad no era muy alta. Se intentaba aumentarla por todos los medios. Así, se dejaban escurrir las aceitunas varios días o incluso se hervían antes de introducirlas en los sacos. Es interesante señalar que los agrónomos latinos, como Catón y Columela, se preocupan ya de la calidad de las aceitunas y del aceite. Aconsejan una recolección cuidadosa, sin vareo, una limpieza rigurosa de los aparatos antes y después del uso, y un prensado rápido tras la recolección. Las mismas preocupaciones se

encuentran en los agrónomos de los siglos XVII y XVIII. Se lanzó entonces una auténtica campaña, tanto para mejorar la rentabilidad de los prensados como la calidad del aceite. Fue entonces cuando Corfú se cubrió de olivos y de prensas (Sordinas, 1971) y cuando en Italia se difundió ampliamente la prensa de husillo directo, mientras que en Francia se intentaba mejorar la productividad empotrándola en bóvedas. Los agrónomos se preguntan por determinados «bloqueos técnicos». Así, el agrónomo Bernard resalta las reticencias de los nobles, dueños de las prensas por derecho, que, al quedarse con los orujos, no tenían interés en mejorar el prensado. En todas partes se proponían mejoras, como el cabrestante para girar el tornillo. Algunas de esas propuestas no siempre eran viables (Bella, 1784), pero testimonian un gran deseo de mejora. En ocasiones se utilizó la energía hidráulica para el triturado (Amouretti Comet, 1989).

A principios del siglo XIX coexistían casi todos los sistemas de prensado inventados en la Antigüedad: la torsión, el triturado con mortero, las prensas de viga y contrapeso simples, las de husillo o las de husillo directo. Si bien las prensas de torno o de torno sobre contrapeso dejaron de emplearse para el aceite, las otras permanecieron. Coexistían en un mismo país o en una misma región. Tenían como característica común el ser de madera o de piedra, y su coexistencia no se debía únicamente a la rutina campesina, como se ha dicho demasiado a la ligera. Cada una tenía sus ventajas e inconvenientes, y el cambio requería reflexión.

Entre los cambios introducidos en el siglo XIX y principios del XX hay que citar, en primer lugar, la difusión masiva del olivo en algunos países, como Grecia y Túnez. En los antiguos países olivareros, como Francia, España e Italia, se intenta ganar terreno construyendo terrazas. Al mismo tiempo, empieza la competencia de los aceites de semillas oleaginosas. Con la fabricación de máquinas de metal pasan a primer plano las prensas de husillo. Desde entonces, con menor tamaño, tienen una resistencia mucho mayor. Y el principal problema, que era el riesgo de rotura, estallido y arranque por la presión, desaparece en parte. En contrapartida, ya no puede haber construcción directa por el molinero. (Por ello, algunas prensas de árbol construidas en el propio lugar permanecerán en funcionamiento hasta el siglo XX.) La caída de los costes de fabricación de las prensas pequeñas durante la segunda mitad del siglo XIX facilitó también su difusión. En todo caso, hay que señalar que, a pesar de las mejoras, no se da una auténtica transformación técnica. Habrá que esperar a la llegada de la centrifugadora para que esas máquinas inventadas en la Antigüedad desaparezcan tras un uso tan prolongado.

Molino de aceite restaurado en el siglo XX.

CONCLUSIÓN

Mientras que la historia de las técnicas de vinificación se cita con frecuencia, la de los medios técnicos para la fabricación del aceite ha permanecido en un modesto segundo plano (Amouretti Comet, 1989, 1993). Sin embargo, es especialmente brillante. Para la fabricación del aceite se inventaron, en efecto, las primeras prensas de árbol, las primeras muelas verticales y, quizás, los primeros husillos. Por otra parte, en las operaciones de transformación han perdurado, a través de los siglos, ciertas prácticas muy sencillas, a veces familiares. Estas prácticas permitían compensar uno de los principales inconvenientes de la fabricación del aceite, el de la irregularidad de la producción y la obligación de prensar inmediatamente después de la recolección. De ahí el riesgo constante, que no ha desaparecido, de no poder responder a la demanda. Los sistemas simples y familiares podían soslayar esta exigencia, inevitable en los cultivos especulativos. Por último, determinados tipos de fabricación se han conservado por motivos religiosos. Así, nuestra historia técnica del aceite de oliva nos remite una vez más a los sistemas sociales, al aspecto mítico y al papel económico de este árbol, originario de la Antigüedad.

EL CULTIVO DEL OLIVO EN EL NORTE DE ÁFRICA

HENRIETTE CAMPS-FABRER

La presencia de *Olea europaea L.* está certificada desde el Villafranquiense en el Sahara y desde el 12.000 a.C. en el norte de África. A la llegada de los romanos, los bereberes sabían injertar los oleastros, y los cartagineses comenzaron un verdadero cultivo que Roma extendería considerablemente.

EL PERÍODO ROMANO

CONDICIONES NATURALES Y PROCEDIMIENTOS DE CULTIVO

Los romanos comprendieron muy bien que el olivo era el árbol por excelencia de las regiones tellianas en las que encontraba excelentes condiciones climáticas. El olivo es más exigente en cuanto a la naturaleza de los suelos, que no deben ser ni demasiado arcillosos ni demasiado arenosos.

Los romanos emplearon el injerto, que hacía productivos a los oleastros y desarrollaron sobre todo el trasplante. En suelos ligeros de superficie llana, los

Molino romano de Sbeitla Suffetula (Túnez), instalado en una calzada romana.

Contrapeso cilíndrico en el yacimiento romano de Ceuta.

hoyos de plantación estaban alineados, como en el Henchir Hadj Gacem en Bizacena, donde los árboles estaban a unos 15 metros unos de otros. El olivo pide un mínimo de cuidados (Plinio el Viejo, *Historia Natural*, XVII, 45, 28; Columela, *De re rustica*, V-IX): riego, laboreo del campo al menos dos veces al año (en un mosaico de Cherchel se representa una escena de laboreo en un olivar), retirada de los retoños de la base, abonado cada tres años.

A los romanos se les planteaba un doble problema: dar al agricultor que plantaba olivos, productivos al cabo de diez años, la posibilidad de vivir en espera del producto de la plantación y garantizarle la paz.

LA POLÍTICA OLEÍCOLA ROMANA EN EL NORTE DE ÁFRICA

No parece que durante la República ni a principios del Imperio, Roma, preocupada por una larga y difícil lucha, en particular contra los musulanos (Tácito, *Anales*, II, III, IV), se preocupase especialmente de desarrollar este cultivo. En época de César, el olivo no había empezado aún a difundirse. Sin embargo, la Lex manciana había favorecido su plantación. La política de la dinastía Julio-Claudia y de los Flavios fue sólo un esbozo de lo que sería la de los Antoninos y, sobre todo, la de los Severos. de origen africano, que dieron un impulso vigoroso al desarrollo de este cultivo, como certifica la inscripción de Henchir Mettich, que concede ventajas a los que plantasen olivos, y la de Aïn-el-Djemala, que es una petición de agricultores para instalarse en tierras hasta entonces incultas. Dos epitafios encontrados uno en el Fundus Aufidianus (Peyras, 1975), y otro en Uppena, en el norte de Bizacena, testimonian que el auge de la olivicultura en el norte de Túnez prosiguió, al menos en parte, durante el Bajo Imperio. Las tablillas Albertini (1952) demuestran que, en una región tan meridional como el Yébel Mrata, el olivo seguía siendo en los años finales del siglo V el principal cultivo. Así pues, el olivo hizo la fortuna de las provincias de África, tanto más cuanto que una escasez de aceite en Italia haría que se exportara aceite africano.

EL OLIVO, FACTOR DE PAZ Y SEDENTARIZACIÓN

El olivo se convirtió así en uno de los medios pacíficos de sedentarización. El cultivo del olivo fijó a la tierra a los habitantes de las estepas: el árbol hizo retroceder al gran rebaño nómada de las regiones esteparias, hasta los márgenes del desierto (Baradez, 1949).

Obras hidráulicas

A lo largo de los *uads* (cursos de agua) se construyeron terrazas y depósitos que facilitaban el riego en las zonas áridas. En el Yébel Mrhila, en Túnez central

(Barbery, Delhoume, 1982), una plantación romana ha revelado que los antiguos agujeros de plantación perforados en la corteza calcárea permitían a los sistemas radiculares extraer su alimentación de las zonas inferiores más esponjosas.

Las ruinas de prensas de aceite encontradas en el campo y en las ciudades han permitido elaborar un mapa de las regiones oleícolas más importantes del África romana. El África proconsular sigue siendo la región de mayor cultivo; éste disminuye en la Mauritania Sitifiense, restringiéndose cada vez más hacia el oeste, lo que se corresponde con una penetración más profunda de los romanos en la parte oriental del norte de África. Las prospecciones sistemáticas revelan la densidad de explotación del suelo: en torno a la ciudad de Cesarea y en un área de 300 km², se han reconocido 54 explotaciones oleícolas en 241 yacimientos detectados (Ph. Leveau, 1982). Del mismo modo, en el valle del *uad* Hallail, entre Djeurf y Aïn Mdila, en la vertiente sur de los montes de Nemencha, numerosas almazaras situadas en el valle se relacionan con la gran zona oleícola de Numidia meridional (Ph. Leveau, 1974-1975). En la región de Azeffoun/Tigzirt, en la Gran Cabilia, se han descubierto, junto a 50 prensas clásicas, un centenar de explotaciones horadadas en la roca (Laporte, 1983). Por último, la ciudad de Volubilis, en Marruecos, contaba por sí sola con 50 almazaras (Etienne, 1964; Ponsich, 1980; Kherraz y Lenoir, 1981-1982). El olivo ganó en el sur territorios que en nuestros días se encuentran sepultados bajo la arena, como la ciudad de Gemellae, por ejemplo.

Molinos y prensas

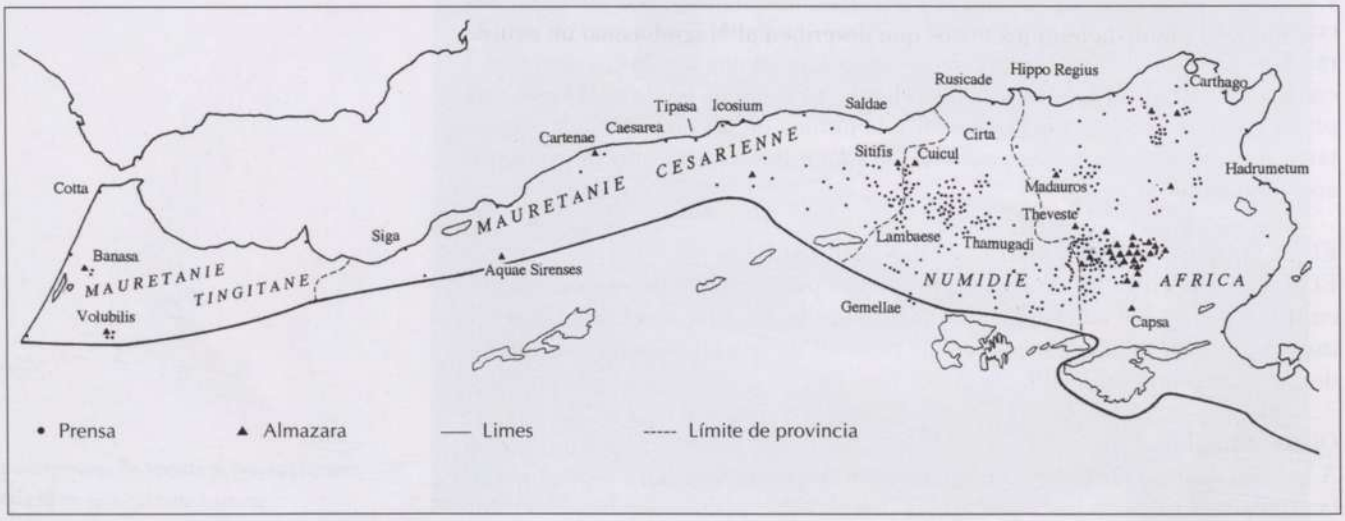
Tras la recolección de la aceituna, a menudo representada como símbolo de los trabajos de principios del invierno (mosaico de Utica, mosaico del patricio Julio en Cartago, pintura de la necrópolis de Hadrumète [Prêcheur-Canonge, 1963]), había que triturar las aceitunas, para lo que se utilizaron diferentes métodos.

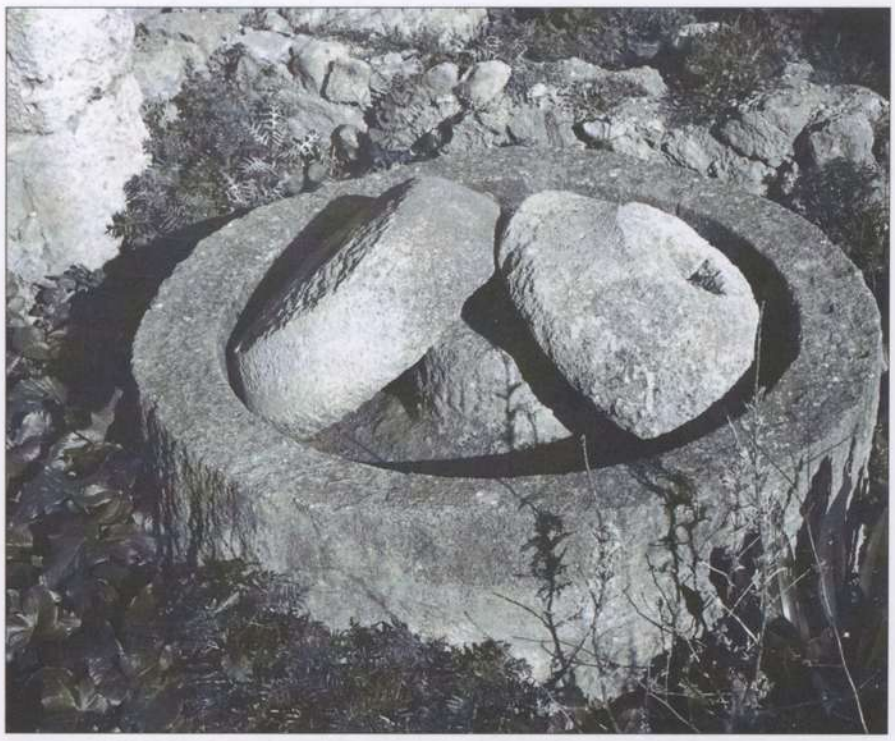
J. Laporte (1974-1975) ha demostrado que las supuestas «mazas de bronce» erizadas de puntas se usaban para aplastar las aceitunas (Columela, *De re rust.*, XII, 52, 7). La *mola olearia* era menos eficaz que el *trapetum*: en el centro de una tina redonda, se levantaba una corta columna de piedra que soportaba una pieza de madera rectangular recubierta de láminas de metal y que giraba sobre un eje de madera (Columela).

El molino bereber, tanto en la región de Fez como en Aurès, es muy parecido al romano.

Para prensar las aceitunas, podía utilizarse la prensa de cuña, que todavía se utilizaba recientemente en Tkout en el Aurès.

Mapa de distribución de molinos y prensas de aceite en África romana.





Molino de aceite en Tipasa (Argelia).

Pero la prensa más difundida se basaba en el principio de la presión de una viga (*prelum*) por un cabrestante sólidamente fijado a un contrapeso que en cada extremidad tenía dos muescas talladas en forma de cola de milano.
Existían también prensas de husillo con contrapeso cilíndrico. En la Gran Cabilia se han encontrado prensas rústicas talladas en la roca (Laporte, 1983).
Entre las almazaras hay que diferenciar entre empresas industriales, en las que se agrupan más de 20 plataformas de presión, almazaras urbanas y pequeñas instalaciones rurales familiares.

LA EDAD MEDIA Y LA ÉPOCA MODERNA Y CONTEMPORÁNEA

Antes del siglo VII, momento de la conquista musulmana, las dominaciones vándala y después bizantina ya habían perturbado los campos; por tanto, no hay que tomar al pie de la letra los textos que describen al Magreb como un mar de olivos.
En el siglo IX, bajo el gobierno de los aglabíes, el geógrafo El-Ya'qoûbi recuerda que, en el país de Sfax, reinaba el olivo. Durante la crisis fatimí, se mantuvo el olivo, pero El-Bekri comenta que en Kairouan se cortan los olivos para que sirvan como leña para el fuego.
La invasión hilaliana, en el siglo XI, es denunciada por ibn Jaldún como un vuelo devastador de langostas. La reconquista progresiva por los nómadas de los territorios tan laboriosamente pacificados mediante la sedentarización, durante la época romana, asestó un golpe fatal al cultivo del olivo. Incluso durante la época turca o la colonización francesa, en la que, según los informes de P. Bourde, se replantaron olivos en determinadas zonas como el Sahel tunecino, las altas llanuras fueron dedicadas a los cereales y las regiones occidentales a las plantaciones de vid. En definitiva, el cultivo del olivo alcanzó su máxima extensión durante el período romano, en el cual la rama de olivo fue símbolo de paz, más que en cualquier otro lugar.

EL ACEITE Y EL OLIVO EN TINGITANIA

MICHEL PONSICH

El animismo agrario de la antigua Berbería se revela en Mauritania Tingitania, y pervive en las raíces profundas de su antigua cultura. Perdura a través de las primeras prácticas religiosas rurales allí identificadas. Obtener a través de la lluvia, elemento masculino, la fecundidad del suelo, imagen del elemento femenino, era *a priori* la preocupación de ese mundo rural primitivo. A partir de esas creencias fundamentales, los territorios útiles se delimitaron por sí mismos, y se situaron naturalmente en un marco geográfico acogedor apto para fijar un asentamiento humano definitivo, que se instaló en una orientación rural específica de explotación de suelos en los que cereales, vid y olivos encontraron espacios adecuados.

Según Plinio, el aceite y el vino son dones que la naturaleza no quiso negar a África, confiada por entero a Ceres. En Tingitania, el olivo silvestre encontró fácilmente su sitio en los suaves relieves y estribaciones de las montañas. Entre el Rif al norte, el Atlas Medio al este y el Alto Atlas al sur, este imponente territorio útil del Marruecos inicial coincide también con el de las primeras influencias iberopúnicas, y después romanas, de la historia de Tingitania. Se inscribe en un triángulo trazado entre Tingis, Volubilis y Sala al sur, y está ampliamente abierto a la fachada atlántica. Por este litoral rectilíneo mantuvieron fenicios y cartagineses sus primeros y decisivos contactos con los númidas autóctonos, y ahí establecieron puntos de escala, que favorables al trueque, seguirán siendo, a lo largo de su evolución, las bases fundamentales del desarrollo comercial de todo el país.

De esa época de cambio cultural datan los primeros testimonios del olivo, descubiertos en una necrópolis de la región de Tánger. En la sepultura de un agricultor del siglo VII a.C. se depositaron huesos de aceituna como ofrenda. Es muy

Restauración de almazara de palanca y tornillo: dos *arbores* sujetando el *unculum* del *prelum*, *ara* y *orbis olearus*.

probable que, bajo el impulso iberofenicio, los indígenas se iniciaran en el cultivo del olivo, hasta entonces silvestre, utilizando el injerto.

Zitoun y *zite* (olivo y aceite) son nombres rústicos de origen semítico, probablemente fenicios. Esta raíz permite sostener que los indígenas, sometidos a la influencia fenicia en los siglos VII-VI a.C. y conocedores ya de los beneficios del olivo, fueron los primeros impulsores de la olivicultura en Tingitania.

En la era púnico-mauritana se desarrolló la estructura rural, y el comercio del aceite contribuyó a la expansión económica de las ciudades de Juba II.

La expansión del cultivo del olivo es de origen magrebí, pero en buena lógica también de la Bética, de exuberante vegetación, donde el sol y el olivo parecen unirse naturalmente.

Desde los primeros tiempos de la ocupación romana de Tingitania, la importancia de los olivares se manifestó en el impresionante número de asentamientos rurales aislados en torno a los principales centros urbanos. El estado actual de la investigación arqueológica en Tingitania confirma sin lugar a dudas determinadas facetas de la vida rural cotidiana. En la región de Tingis, Lixus, Sala, Banassa y Volubilis, la prospección arqueológica de superficie revela formalmente la magnitud de la ocupación del espacio rural, en el que la fabricación de aceite de oliva desempeñaba una función muy importante. La mayoría de esos asentamientos (alrededor de 250) ocupaban terrenos favorables al cultivo del olivo. Y como sugiere la organización tradicional de las *villae rusticae*, quizá dispusieran de su propia almazara, más o menos importante. Los distintos vestigios de prensas de aceitunas y los fragmentos de fondos de depósitos, contrapesos de prensas y soportes de *prelum* encontrados en superficie, aunque modestos, atestiguan individualmente esta presencia. Confirman, por otra parte, la dirección lógica de una política rural dictada por Roma en un país destinado a beneficiarse de esa orientación. En la mayoría de los municipios de Tingitania no ha entrado la piqueta del arqueólogo. No obstante, Banassa y, sobre todo, Volubilis acreditan, con sus instalaciones, la explotación del comercio del aceite de oliva y sus consecuencias sobre el bienestar y enriquecimiento de estos municipios.

El origen de Volubilis está documentado desde la época neolítica. Sobre un espolón de las pendientes del Zerhoun se instaló la vida para beneficiarse de las ventajas de la naturaleza. En estas soleadas tierras encontró el olivo un lugar privilegiado. Abundan los testimonios de la fabricación de aceite de oliva. Metrópoli, sin duda, esta posible Regia Jubae de Tingitania se caracterizaba, en sus cuarenta hectáreas intramuros, por un urbanismo notable. La amplitud del *decumanus*, los monumentos públicos, la basílica judicial, el foro, el capitolio, las termas y el arco de triunfo respondían a un evidente deseo de asimilación romana, que un rico municipio podía satisfacer. Las vastas estancias de mosaicos tornasolados, amuebladas con objetos preciosos de importación procedentes de la Bética, la Galia o Roma, dan una idea del nivel de vida alcanzado, y también de las contribuciones que podían pagar al municipio los propietarios rurales acomodados. Se ha excavado más de una tercera parte de la superficie de la ciudad, incluido un barrio residencial en el que casi todas las amplias viviendas estaban provistas de una almazara, a veces con varias prensas y voluminosos depósitos para el aceite de oliva.

Esta capacidad de producción urbana, a la que hay que añadir las numerosas prensas de *villae* aisladas en el campo, sugiere la importancia de los olivares de Volubilis. La aptitud de los demás municipios de Tingitania para este recurso se adivina asimismo en las zonas rurales de Tingis, Banassa, Lixus, Sala y en todas las aldeas contiguas a los numerosos campamentos militares del país. Así, la imagen de una Tingitania oleícola, aun no siendo excluyente, se impone con fuerza. A juzgar por el paisaje, todas esas ciudades autónomas, aún sin excavar, debieron tener un poder económico individual en parte vinculado a esta lucrati-

va actividad. El urbanismo de Volubilis y Banassa, los edificios públicos descubiertos en Lixus y Sala o los que aún se recuerdan de Tingis son la imagen de conjunto de una provincia rica. La función desempeñada por la olivicultura contribuyó sin duda a su evolución, a su prestigio.

No obstante, a diferencia del aceite de la Bética, el aceite de África tenía, según Plinio, mala reputación. El mismo autor se contradice, sin embargo, cuando hace alusión a una especie de aceituna dulce que se encuentra en África. Si César exigió a las provincias de África una importante contribución en aceite de oliva destinado a la distribución cotidiana de Roma fue porque ese aceite era digno de los romanos.

En Tingitania, la proximidad de la Bética, las semejanzas geográficas y climáticas, la afinidad técnica en la ordenación y la construcción de las almazaras, así como las influencias milenarias, contribuyeron a la similitud entre las dos provincias. La presencia aquí de ánforas de aceite Dressel 20 de la Bética, aunque relativamente poco numerosas, prueba que los mauritanos tuvieron ocasión de hacer comparaciones sobre el sabor del aceite y de estimular la calidad de su producción. La presencia en Hispalis de un personaje encargado de censar el aceite procedente de África y de Hispania permite suponer que el de Tingitania había encontrado, por su calidad, un lugar en este comercio. A tal fin, un *adjutor* prefecto de la *annona* vigilaba la calidad del producto en tránsito por Sevilla para que en Roma no faltase el aceite. En el siglo IV d.C. todavía se hacía alusión, en una ley de Honorio, a los suministros de aceite de África con destino a Roma. En esa época, el campo de Tingitania seguía ocupado y las prensas de aceite proseguían un asiduo diálogo ciudad-campo en el que el aceite no podía sino desempeñar el papel de siempre.

El aceite de Tingitania nunca tuvo el prestigio del producido en la Bética. No obstante, es indudable que su comercio contribuyó al auge económico de los municipios de la zona y, por tanto, a su embellecimiento, y asimismo que formó parte del contingente de aceite exportado en tránsito por Sevilla.

EL CULTIVO DEL OLIVO EN LA ANTIGUA ISRAEL

DAVID EITAM

El olivo y el aceite de oliva fueron un elemento esencial de la cultura de la antigua Israel y de la economía de sus habitantes. Su importancia se pone de manifiesto en decenas de versículos del Antiguo Testamento y en la literatura posterior. El olivo era utilizado como símbolo de la belleza (Jer., 11, 16), de vigor (Ps., 52, 10) y de fecundidad (Ps., 52, 10). En el apólogo de Jotán, el olivo fue el primero en ser ungido rey (Jue., 9, 8). La Tierra de Israel es «tierra de olivos y aceite» (Dt., 8, 8).

Al contrario de lo que sucede con la vid y sus uvas, los atributos del olivo no son frecuentes en la toponimia de la antigua Israel, debido a que «tendrás en todo tu término olivos» (como de hecho tenían) (Dt., 28, 40). La Tierra Santa es uno de los lugares de origen del olivo cultivado.

Molino de aceite.

Los botánicos pueden distinguir hoy, a partir de los fósiles de olivos, entre el olivo silvestre (*O. europaea L.* var y la *Olea europaea* [Kislev, 1994]). Los restos de madera más antiguos de este árbol encontrados en las tierras desérticas del Highland, datan de 42.900 a.C. El olivo silvestre siguió siendo un elemento importante del bosque mediterráneo, como lo pone de manifiesto su uso generalizado en la construcción en los períodos protohistórico y antiguo (Liphschitz, 1994). Al igual que en los olivos cultivados su tala estaba prohibida debido a su importancia económica, como se ha documentado en un gran número de preceptos de protección de este árbol (Mishnah Kila'im, 6, 5).

Es posible que los grupos de cavidades artificiales (pequeñas cavidades cinceladas en la superficie de la roca) que aparecen por primera vez en yacimientos del epipaleolítico (10.500-8.300 a.C.) representen la primera vez que el hombre probó el aceite de oliva. Aquellas instalaciones, que sin lugar a dudas estaban destinadas a triturar cereales y a producir líquidos (aunque no necesariamente sólo aceite de oliva), aumentaron en número durante el período neolítico precerámico (8.300-6.000 a.C.). En algunos yacimientos han empezado a aparecer profundos depósitos cóncavos, próximos a las cavidades artificiales. Aparentemente, ambas instalaciones servían para producir aceite con dos técnicas primitivas.

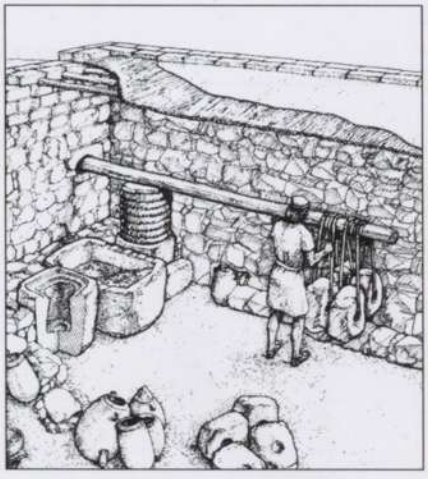
La primera prueba definitiva, aunque aún esporádica, de la producción de aceite de oliva se remonta al período calcolítico. Un recipiente excavado en un estrato de arcilla en la ladera del monte Carmelo apareció lleno de huesos de aceituna y de material orgánico (Galili). En esa zona se extraía aceite mediante un antiguo método tradicional denominado *shemen rahutz* (aceite lavado, en hebreo antiguo), o *zeit tafah* (aceite untado, en árabe) (Dalman, 1964; Eitam, 1993).

Probablemente, los olivos empezaron a cultivarse en Israel durante la segunda mitad del IV milenio antes de Cristo, en pequeños poblados que se han encontrado en las regiones mediterráneas, en las márgenes de los bosques del Golán (donde se hallaron los primeros cráteres de separación [Epstein]) y en las colinas de Samaria (lo que permitía un consumo anual de aceite de al menos 5 litros por persona). Docenas de morteros cincelados en piedra, con un receptáculo para la recogida del aceite, prueban la existencia de prácticas primitivas de extracción del aceite (Eitam, 1993). En los morteros se elaboraba cada año aceite puro de oliva moliendo las aceitunas, y se obtenía una pequeña cantidad (6 % de aceite), de una gran calidad (95 % de contenido en aceite) de «aceite puro de olivas molidas», «shemen zeit zah katit...» (Lev., 24, 2).

Instalación sencilla de aceite, siglos X a IX a.C. Yacimiento Bar-Zredah.

Con el inicio de la urbanización a principios del III milenio antes de Cristo, la horticultura se expandió y se desarrolló sobre la base de la experiencia adquirida anteriormente. El crecimiento demográfico y la mejora del hacha metálica permitieron talar los bosques de la región montañosa, preparando tierras para la plantación de olivares y de viñas. Aunque técnicamente el aceite y el vino podían producirse en las mismas instalaciones, y de hecho se empleaban los mismos términos bíblicos para designarlas (*yékavim* [tinas de recogida] [Jl., 2, 24]), se han descubierto instalaciones separadas para cada una de estas producciones en un yacimiento de la Edad del Bronce II (Eitam, 1994; Zertal, 1992). Hasta ahora, sólo se han identificado una docena de pequeñas instalaciones y algunas vasijas de cerámica con compartimentos para la decantación del aceite en yacimientos de la Edad del Bronce. Pero los documentos históricos pueden arrojar más luz sobre el cultivo del olivo: así, por ejemplo, un pedido de 30.000 litros de aceite que hace Egipto a Canaan en el siglo XV a.C., una descripción de la tierra de Yaa en Levante como «abundante en miel y rica en aceite...» (*Historia de Sinuhé*), una indicación de «'b3k (diversos tipos de aceite de oliva) del puerto» en el papiro Anastasi IV.15.4-5 (Stager, 1985). Estos documentos y la existencia de centenares de vasijas de procedencia sirio-palestina en Egipto en el Imperio Nuevo ponen de manifiesto la extensión de la producción y la exportación de aceite de oliva (y de vino) de Canaan durante los milenios tercero y segundo. Las escasas instalaciones a gran escala (fechadas en los períodos Mb y IA I) encontradas en el monte Manasseh y Tel Yokne'am (Eitam, 1994) sirven de alguna manera de confirmación arqueológica industrial de este fenómeno. Las aceitunas las pisaban calzados con zapatos de madera (Yungst y Thielsher, 1957) o se trituraban con una muela. La aplicación de la viga como palanca en la elaboración del aceite está probada hacia 1500 a.C., gracias a los hallazgos realizados en Ras Shamra, la capital de Ugarit (Callot, 1993), donde se fabricaban 5.500 toneladas de aceite anuales (Heltzer, 1987), y en el palacio de Tel Hazor en el período LB (Eitam, 1994a). Durante los siglos XIII a XI a.C. se registró un descenso de la producción. Aun así, continuó la extracción primitiva de aceite, por los colonos israelitas, en depósitos similares a los calcolíticos.

La elaboración del aceite pasó a ser un proceso de producción a gran escala durante la Edad del Hierro II, como lo demuestran centenares de prensas de viga típicas con una tina central. La almazara contaba con dos prensas y una tina (en la que se molían las aceitunas con una muela) que funcionaban simultáneamente. La decantación tenía lugar en tinas (Judea), recipientes redondos tallados en piedra (Israel) o vasijas de cerámica en las que el líquido o el aceite fluía a través de agujeros practicados en la parte inferior o superior de las paredes (Ekron). Entre cosecha y cosecha de aceitunas, la almazara servía para la fabricación de tejidos y harina.



Reconstrucción de un molino de aceite en Tel-Migne (Israel).

En el reino de Israel se construyeron especialmente poblados industriales reales como los de Kla' y Kh. Khadash, que produjeron grandes cantidades de aceite. La ciudad-reino de Ekron, en Filistea, se convirtió en el siglo VII a.C. en la principal productora (probablemente fundada y administrada por los asirios [Eitam, 1994b]). Con todo, continuó la fabricación privada de aceite por parte de agricultores (2 Sam 17.27) (Eitam, 1990). La región de Galilea no participó en esta producción de aceite a gran escala. En ella sólo se ha encontrado un pequeño número de prensas de palanca y de pesas relativamente pequeñas (de unos 80 kg, en comparación con los 400 kg de la prensa de Ekron) que se remontan a los siglos X a VIII a.C. El complejo se componía de una tina de molido, una prensa de pie, que desaguaban en un lagar lateral, y una tinaja de decantación. Este tipo fue introducido por los fenicios en su colonia Tell Shiqmona (Elgavish, 1970) y en la industrial real y centro administrativo de la «tierra de Kabool», otorgada por el rey Salomón al rey Khiram de Tiro (II Ch., 8, 2). (Gal y Frankel, 1993; Eitam, 1994a).

Las relaciones mutuas entre los países mediterráneos aún no están del todo claras. En todo caso, parece ser que las primeras actividades de manufactura (en el neolítico) surgieron simultáneamente en varios centros de cultura. Parece verosímil que la invención de la palanca tuviera lugar en Siria y se extendiera a través de Chipre (Hadgisavvas, 1992) a Creta LB (Melena, 1983). No cabe duda de que la oleicultura ya estaba completamente desarrollada en la Grecia clásica, como lo atestiguan la literatura, el arte y las escasas, por el momento, prensas de viga de dos tipos diferentes encontradas: una con un pie fijo de madera y pesas hechas de sacos llenos de piedras (Beazley, 1956) y la otra con un receptáculo de la prensa en forma de higo y pesas especiales, ambas talladas en bloques de piedra (Paton y Myres, 1898). La datación arqueológica, comparada con imágenes de estelas áticas (Foxhall, 1991), prueba la existencia de diversas actividades agrícolas simultáneas en el medio rural (similares a las almazaras israelíes, aunque su producción no estaba tan centralizada). Una producción técnicamente más avanzada y organizada se desarrolló en ciudades como <olinthos, donde se han encontrado por lo menos tres molinos (¿originarios de Levante?). La fecha de introducción de la elaboración de las aceitunas (probablemente por los fenicios) en el Mediterráneo occidental aún no está clara.

En el transcurso del siglo III a.C., el centro de producción de aceite se trasladó de Ekron a la colonia de Sidón de Marissa, donde se excavaron en la blanda tierra caliza 20 prensas de aceite en los alrededores de la ciudad. Las almazaras, que contaban con un molino (*mortarium* y un orbes) y una palanca mejorada y con una prensa de tres pesas (de 4.500 kg de peso), ponen de manifiesto la «revolución tecnológica» de la era helenística (Kloner y Sagiv, 1994). La descripción de esta prensa que hace Herón de Alejandría incluye la viga (apoyada en dos estribos) sujeta a una hornacina, pero no el cabrestante.

El auge de la producción de aceite tuvo lugar durante el período bizantino (siglos IV a VII d.C.). La distribución geográfica del cultivo del olivo abarcaba todo el área mediterránea, penetrando incluso en regiones semiáridas y áridas. La introducción de nuevas técnicas durante el período romano, como el tornillo, hizo posible la multiplicación de la capacidad de las almazaras, que por lo general constaban de dos prensas y un molino. La estructura social y política determinaba que la mayoría de las prensas pertenecieran a particulares (*Mishna baba batra*, 10, 7). En muchas poblaciones funcionaban simultáneamente entre 5 y 7 grandes almazaras (Frankel, 1992), y en las ciudades un número mucho mayor. Sólo una pequeña parte de las almazaras pertenecía a monasterios (Kh. Loya, la ciudad de Kh. Karkara) o a grandes fincas (como una cerca de Ashkelon). El conservadurismo (esto es, el uso de las mismas técnicas durante largos períodos), combinado con las diferencias regionales, produjo una gran variedad de instalaciones. Estas diferencias dependían de las relaciones internas y externas y del curso de los acontecimientos políticos de cada región. En zonas como la de Fenicia meridional (Galilea Superior), Samaria y Judea, caracterizadas por una población rural fuertemente arraigada, los cambios fueron lentos. La prensa de palanca mejorada se utilizaba exclusivamente en Galilea Superior con sus dos piedras (arbores) para fijar la palanca y el ara. Ambos mecanismos fueron introducidos por Catón el Viejo (que al parecer había visto las prensas en Cartago) y aparecen mencionados en la literatura judía como *betulot* y *memel* (*Ma'aserot*, 1, 7; *Baba batra*, 67, 72). El ara desagua en dos recipientes de forma cilíndrica –un contenedor y un depósito de decantación (*Yamim-tosefta, ma'aser rishon*, 1, 7) (Avi Yona, 1945)–. En Judea meridional, la prensa de viga fue reemplazada durante el período bizantino por la de husillo directo. Ambas mantenían normalmente el tradicional sistema de desagüe central propio del IA II. En el siglo IV d.C., el Golán estaba habitado por judíos de Judea. Y las prensas de las 100 almazaras que había allí, que eran del tipo meridional, rápidamente pasaron a ser molinos del tipo septentrional y la prensa de husillo directo. La cosmopolita

metrópoli de Jerusalén muestra un gran número de variantes de mecanismos procedentes de todo el mundo antiguo. Las instalaciones romanas en Italia y en el Egeo seguramente estuvieron influidas, a través del norte de África, por las prensas de Fenicia (Frankel y cols.).

Durante las dinastías omeya y abasida (siglos VII-XI a.C.), el centro del cultivo del olivo (tecnológicamente estancado) se trasladó hacia el sur de Samaria y Judea y la costa de Gaza. La colonización del país durante la Edad Media produjo un profundo deterioro en la economía de la región y en particular en su oleicultura, manteniéndose al margen de los nuevos inventos preindustriales realizados en Europa, como el mecanismo de la rueda dentada. Consecuente con este declive fue la exportación a gran escala de álcalis (como materia prima y no como producto final) a Europa para la industria del jabón (y del vidrio) durante el siglo XV d.C. El álcali contiene carbonato de sodio que solamente podía producirse a partir de las cenizas de plantas halófilas que crecen en nuestra región, mientras que las plantas madereras europeas contienen potasio (Loewenstein). El borit (Jer., 2, 22) podía ser bien el álcali o bien un líquido a base del mismo mezclado con aceite: el primer «jabón líquido» mucho antes de su invención.

El aceite de oliva era un producto de primera necesidad para la vida del hombre. El fruto y su aceite eran elementos esenciales de la dieta. Al parecer, este último era el más usado, como ponen de manifiesto las descripciones de ofrendas rituales de la Biblia y sugieren el Mishnah, el Talmud y la literatura más tardía (Ibn Faqiah al-Hamaani: 92, 2, 10). La comida más frecuente (5 platos diferentes, cocidos o no, Lev., 2, 4 y 5, 14-15) contenía avena o harina amasados o untados con aceite (en una proporción de 3 a 1; Ez., 45, 14), a los que a veces se añadía miel (Ez., 6, 13). Pero el pastel favorito en la época romana era el vatica, que estaba hecho exclusivamente con harina, sal y aceite. La carne se untaba abundantemente con aceite antes y después de ser cocinada (*Mishnah pesachim*, 7, 3) (Num., 15, 1-16). El aceite de oliva se añadía a bebidas como el khilmi (*Mischnah shabat*, 14, 2), el alontit (*Tosefta shabat*, 15, 17) y el vino anigron (*Mishnah berahot*, 33, 72). Por este motivo, la cantidad anual de un log –0,5 litros– por habitante (*Mishnah ketubot*, 5, 8) parece haber sido una excepción. Una cantidad de unos 20 litros resulta mucho más plausible. El aceite era utilizado como principal fuente de luz (*Mishnah Shabat*, 23, 71). La pasta de aceitunas sobrante –*gefet*– (*Mishnah damai*, 1, 3) era un excelente combustible. El ungimiento era un acto diario (*I Sam*, 12, 20) que normalmente consistía en untar con aceite de oliva todo el cuerpo. Las personas más ricas lo vertían sobre su cabeza y su barba (Ps., 133, 2), bañaban los pies en aceite o recibían masajes sobre planchas de mármol. El aceite lo suministraba el *oliyar* (de Oleries), que trabajaba en los baños públicos romanos (*Tosefta shabat*, 6, 14). El aceite de oliva servía de base para la fabricación de perfumes y cosméticos. Los perfumistas eran profesionales altamente cualificados (Neh., 3, 8; I Sam, 8, 13): los bíblicos *rokkhim* o *mefatmin* (el que impregna) en los períodos romano y helenístico (*Tosefta shvi'it*, 6, 13). Los perfumes eran muy valiosos y se guardaban junto con otros tesoros (II Re, 20, 13). Se fabricaban por impregnación (sobre todo impregnación en caliente, maceración) de diferentes partes de quince plantas: bálsamo (*opobelsamun*), mirra, y otras. Sólo algunas de estas plantas se cultivaban en Israel, en oasis como el de Ein Gedi (Cant., 1, 14), en el que se ha excavado un taller de perfumería de los siglos VII-VI a.C., o en el de Gilead. La mayoría de ellas eran traídas de lejanas tierras como la India. La gran importancia económica de la industria del perfume de Ein Gedi durante el período romano se pone de manifiesto en la lucha por las plantaciones entre Tito y los rebeldes judíos en el año 70 d.C. (Plinio, *Historia natural*, XII). Debido a su gran importancia económica el aceite de oliva era un medicamento bien conocido para el dolor de garganta y las heridas (*Tosefta shabat*, 10, 12). El aceite de oliva

era uno de los principales elementos de culto en santuarios y templos durante el período bíblico (Winefeld, 1994; Stager y Wolf, 1981). El aceite de oliva se utilizó desde tiempos remotos para ungir reyes y para la libación de objetos sagrados (I Sam, 10, 1). No hace falta decir que el nombre *mashiah*, Mesías, significa «el que ha sido ungido con aceite» (Jn., 12, 3). En el primero y el segundo Templo de Jerusalén, el aceite puro alimentaba el cirio permanente y el candelabro sagrado con sus siete brazos, *manorah* (Ex., 27, 20 y 25, 37). Candelabros con 5, 6 u 8 brazos se utilizaron a menudo en las numerosas sinagogas construidas durante la época romana y bizantina.

La fiesta de *hanukah* (innovación), que duraba ocho días, se celebró por primera vez por Judá el Asmoneo en conmemoración de la recuperación del Templo en el año 164 a.C. Encender el *hanukiah* (un candelabro especial con ocho brazos) pasó a ser uno de los preceptos más importantes durante la Edad Media, época de crisis de las comunidades judías de la diáspora. Cuando los judíos regresaron a Israel a fines del siglo XIX, esta fiesta adquirió unas connotaciones sionistas de liberación nacional. El Estado de Israel adoptó el olivo como símbolo de la paz, incorporando a su escudo la *menorah* con dos ramas de olivo a sus lados.

Olivos centenarios de distintas especies brotan aún hoy en día en Israel, como reliquias de aquellos que fueron corrientes en la antigüedad: los más comúnes son el suri (25-38 % de un aceite excelente), el melisi (22-16 % de aceite fino) y el nabali (28-22 % de buen aceite), que en la época romana se identificaron como gadol, katan y beinoni –grande, pequeño y mediano, especies comunes (Kislev, 1994)–. Así, la notable similitud entre los métodos tradicionales –aún empleados– y los métodos antiguos de producción y cultivo pone de manifiesto el declive del olivo durante los últimos mil años. Actualmente, el cultivo del olivo en Israel abarca una extensión de 38.000 acres y 175.000 acres en Cisjordania. Últimamente, la aceituna y el aceite de calidad son objeto de un mayor interés por parte de los agricultores y los consumidores judíos.

COMERCIO DEL ACEITE DE OLIVA

J. M. Blázquez Martínez
M. P. García-Gelabert Pérez
G. López Monteagudo

EL TRANSPORTE MARINO DE ÁNFORAS EN LOS MOSAICOS ROMANOS

Las Terme di Nettuno de Ostia se hallan decoradas con un mosaico en el que se representan pigmeos, en blanco y negro, fechado entre los años 132-139[1] . En él una nave va cargada de ánforas, de las que dos, inclinadas, se encuentran en la proa, junto a una tercera colocada de pie.

En una pintura pompeyana se repite el mismo motivo[2], que se vuelve a encontrar en el mosaico de Neptuno de Mérida, fechado a finales del siglo II, obra de los musivarios Seleucus y Anthus[3]. En este pavimento un pigmeo arrastra una nave cargada con tres ánforas circulares, dos de ellas con asas.

Bien conocido es el pavimento del Foro della Corporazioni de Ostia[4], en el que un esclavo con túnica corta traslada a hombros un ánfora de un navío a otro. A la izquierda se encuentra una nave oneraria con mástil y sin vela. La segunda nave es rostrada. Tiene también mástil y carece de vela. Una pasarela une ambas barcas. Se fecha este mosaico entre los años 190-200. El desembarco de ánforas de vino de aceite se representa también en el relieve Torlonia[5], fechado en época de los Antoninos.

En este mismo lugar de Ostia, Stationes 51-52, se representan en mosaicos otras dos naves cargadas de ánforas. En una de ellas, la nave tiene dos timones en manos de un timonel, vestido con túnica, sentado a popa. Delante hay una cabaña sostenida por cuatro pilastras, que es la típica cabura. La proa es oblicua y en el puente están colocadas varias ánforas redondas, de cuello corto y dos asas. Se representan las cuerdas y el mástil. La segunda nave, también de carga, tiene cabina y dos timones, pero no timonel. El centro de la nave se encuentra lleno de ánforas que, como las anteriores, parecen pertenecer al tipo Dressel 20 y, por lo tanto, llegarían de Hispania. La fecha de estos dos pavimentos es la misma que la del mosaico anterior, 190-200[6].

En mosaicos africanos también se representan naves con ánforas.

Así, en el pavimento con el triunfo de Venus, de Cartago, datado a finales del siglo IV, o a comienzos del siguiente, se encuentran tres erotes, dos de ellos pescando, y un tercero sentado, con un recipiente circular, de cuello, que muy posiblemente sea un ánfora[7]. En el famoso mosaico de Althiburus, Casa de las Musas, que es un catálogo de todo tipo de naves, fechado en la segunda mitad del siglo III[8], una nave rostrada transporta ánforas inclinadas[9].

Conviene recordar un tercer mosaico con barco cargado de ánforas. Se descubrió en las Termas de Tebessa, y se fecha a comienzos del siglo IV. Todo el centro de la nave está repleto de ánforas. El barco tiene remos, cabina, mástil y vela. Sobre él se lee *Fortuna Redux*[10].

En el Museo Arqueológico de Apamea de Siria hemos visto dos pequeños mosaicos decorados con dos navíos barquiformes que transportan ánforas.

En otros dos mosaicos hispanos se representan barcos de transporte, pero no llevan ánforas como en los pavimentos de Toledo, aunque un barco tiene en cubierta un recipiente, que muy probablemente es un ánfora; y de Centelles (Tarragona), de mediados del siglo IV[11].

Las representaciones de naves onerarias cargadas de ánforas son raras en la musivaria hispana, a pesar del intenso tráfico en Hispania dirigido hacia Italia de productos alimenticios, bien atestiguado por los hallazgos submarinos[12]. En una estela hallada en Tortosa, la antigua Dertosa, se esculpió una *navis oneraria*, del tipo llamado corbeta, con mástil, vela cuadrada, dos timones en popa y vela pequeña en la proa, de unas 400 toneladas, sin carga. Probablemente a esta nave hay que darle sentido funerario. Aludiría a una representación del viaje del alma a las islas de los Bienaventurados. También podía aludir a la profesión de Caecilius, que era cubicularius. Este mismo sentido hay que dar a la *navis oneraria* de la Isola Sacra de Ostia, sobre mosaico fechado en la segunda mitad del siglo III. En los mosaicos de Ostia las figuras de naves de carga sin mercancía son abundantes, como en el Foro delle Corporazioni, Stationes 49, 3, 19, 49, 18, 15, 21, 10, 23, 46, 47, 45, 32. Algunas inscripciones indican a quiénes pertenecían: *navicularii bignarii*, *navicularii* Turricitani, *navicularii* Kartha (ginenses), *navicularii et negotiantes*, *naviculari miscienses*, ciudad situada al este de Cartago, *navicularii et negotiantes karakitari*, de Carales, hoy Cagliari en Cerdeña, *navicularii syllectini*, de Sillectum, ciudad de Bizacena, y *navicularii* narbonenses, fechados entre los años 190-200.

Llama la atención que, a pesar de exportar Hispania gran cantidad de aceite, de salazones y de minerales a Roma vía Ostia (Str., 3.2.6), no haya una *statio* hispana en Ostia.

ÚLTIMOS TRABAJOS SOBRE LA EXPORTACIÓN DE ACEITE DE OLIVA BÉTICO A ROMA Y AL EJÉRCITO

JOSÉ M. BLÁZQUEZ

En estos últimos años se ha trabajado mucho sobre la exportación de aceite de oliva de la provincia Bética tanto a la propia Roma como al resto del Imperio romano. La clave para comprender el tráfico de exportación a Roma[1] es el material hallado en el monte Testaccio, en Roma, formado casi exclusivamente por ánforas de la Bética que datan de la época imperial.

El objetivo que se había fijado el equipo de excavación del monte Testaccio era el de comprender el principal destino del aceite de oliva bético, la ciudad de Roma, con la convicción de que dicha comprensión arrojaría mucha luz sobre los problemas relacionados con la exportación de aceite de oliva español no sólo a Roma, sino también al resto del Imperio romano. De hecho, este aceite se ha encontrado no sólo en las provincias europeas del Imperio, sino también en África, y especialmente en Mauritania Tingitania[2], una zona también productora de aceite de oliva, como demuestra el gran número de molinos de aceite encontrados en la capital de la provincia, Volubilis. El número de sellos de ánforas de origen bético es enorme[3]. Sólo en Alejandría[4] se han hallado alrededor de 1.000 sellos con nombres de productores de aceite de oliva españoles. Algunos más han salido a la luz hace poco en Israel.

ACEITE DE OLIVA DE LA BÉTICA EN GERMANIA

Los lugares que importaban aceite de oliva bético en Germania eran, sobre todo, campamentos militares y la ciudad de Colonia. Los suministros de aceite de oliva de la Bética, realizados en ánforas Dressel 20, debieron realizarse de forma regular, aunque, por el momento, no todos los campamentos militares ofrezcan la misma información. En Nimega[5], por ejemplo, se han encontrado numerosos sellos de ánforas béticas que datan de las épocas flavia y trajana. Es probable que Britania siguiera la misma pauta.

La exportación de aceite de oliva bético a Germania alcanzó su punto culminante en la época antonina, y más concretamente entre los años 141 y 161 d.C. En la segunda mitad del siglo II el volumen de estas exportaciones disminuyó, debido bien a la invasión mauritana de la Bética, bien a las guerras contra los cuadros y los marcomanos. Sin embargo, esa disminución no tuvo lugar por igual en todos los puntos de importación: dos de los centros de producción de aceite español, Canama y La Catria, aumentaron de hecho sus exportaciones en este período.

El principal centro de exportación de aceite de oliva bético durante las épocas flavia y trajana fue, sin lugar a dudas, La Catria (Lora del Río, Sevilla), que fue el principal exportador para la *annona*. A partir de mediados del siglo II, el volumen general de estas exportaciones disminuyó, volviendo a recuperarse en la primera mitad del siglo III. En la zona que rodea La Catria, por el contrario, mientras que la exportación de aceite de oliva fue importante durante las épocas flavia y trajana, decayó en la segunda mitad del siglo II, y en el siglo III casi había desaparecido. Algunos *figlina* (talleres de alfarería) de La Catria debieron ser confiscados por Septimio Severo (SHA, Vitae Sev., 12). En la ciudad había un almacén para el suministro de aceite de oliva a Roma y al ejército, como demuestra el uso de la palabra *portus* en sus ánforas.

El Municipium Flavium Arvense sólo adquirió importancia como centro de exportación de aceite de oliva en el siglo III d.C. Una inscripción de la primera mitad del siglo II (CIL II.1064) muestra que sus tierras se parcelaron entre pequeños propietarios o arrendatarios que trabajaban en este comercio, cuyo patrón era un tal Fulvius Carisianus. Malpica y sus alrededores sólo exportaron ánforas Dressel 20 en grandes cantidades a mediados del siglo II d.C.; luego éstas desaparecieron en el siglo posterior. El Municipium Flavium de Canama (Alcolea del Río, Sevilla) también exportaba grandes cantidades de aceite de oliva al limes. Inscripciones encontradas en sellos de ánforas parecen mostrar que en Canama había varios conductores *vectigalium*, dato interante para nuestro conocimiento de aspectos importantes de la administración romana en la Bética. A mediados del siglo II d.C. la ciudad exportaba grandes cantidades de aceite de oliva a Germania, pero dejó de hacerlo en el siglo III. El área de Astigi (Écija, Sevilla) sólo adquirió importancia como exportadora de aceite de oliva en el siglo III d.C.; más concretamente, el emplazamiento de Las Delicias enviaba suministros a Germania desde el período flavio-antonino, aunque estas exportaciones sólo llegaron a ser a gran escala en el siglo III.

De la información precedente puede extraerse la conclusión de que existía un vínculo entre varios centros de producción de aceite de oliva de la Bética y algunos emplazamientos germánicos. Cada área exportadora tuvo su propio período de importancia, y este comercio se encontraba en manos de un determinado grupo de individuos o familias, que mantenían contactos con la *annona*.

Se han efectuado distintos cálculos sobre el volumen del aceite de oliva exportado. Se ha supuesto que cada legión, unos 6.000 hombres, necesitaría unas 1.370 ánforas al año; como un ánfora Dressel 20 tiene una capacidad de 210 libras, se llega a un total de 288.000 libras de aceite por año. Por consiguiente, cada olivo de la Bética produciría unas 20 libras anuales de aceite. Generalmente, se acepta que el aceite de oliva de la Bética se exportaba a Germania por el Ródano. Remesal, por el contrario, cree que se exportaba por una ruta atlántica, debido a las dificultades de navegación por el Ródano y de transporte de las ánforas por tierra hasta Alemania. El faro romano de La Coruña fue construido en apoyo de este tráfico comercial[6]. Plinio (NH 2.167) y otros autores hacen referencia a este tráfico marítimo. En las costas de Galicia[7] se han descubierto restos de naufragios de barcos que transportaban ánforas Dressel 20 de la Bética.

El estudio de Remesal ofrece también otros datos importantes sobre la función de la *annona militaris*. Llama la atención el hecho de que no hubiera ningún título específico para esta rama de la administración. Augusto creó una eficaz estructura administrativa, el *praefectus annonae* de Roma, con un *officium* que centralizaba la tarea de reunión y distribución sirviéndose de empleados en las provincias, los *procuratores* Augusti, que se encargaban de la obtención de los productos. Para ello contaban con la colaboración de las tropas sometidas al *officium* del gobernador de la provincia. Este sistema se fue complicando con el paso del tiempo.

En lo que respecta a la organización del sistema de aprovisionamiento dentro del propio ejército, Remesal sólo se ocupa de las compras de aceite de oliva de la Bética bajo control estatal. Cree, siguiendo a D. van Derchem, que no había una oficina central que se ocupara del avituallamiento militar, sino que esta tarea correspondía a la *praefectura annonae*. Desde la época de Claudio y de Nerón en adelante, una serie de inscripciones (CIL Vi.8538, 8540, 8539, 8541, etc.) hacen referencia a personal de bajo rango que se ocupaba de abastecer al ejército, y que debía estar empleado por la *praefectura annonae*.

Roma podía obtener aceite de oliva, así como otros productos que necesitaba, a través del *fiscus*, de *donationes*, de pagos efectuados a través de los *procuratores* o por requisa a través de las llamadas (y temidas) *indictiones*. El control ejercido por el *fiscus* sobre el comercio de aceite de oliva bético era mínimo en el año 41 d.C. Sin embargo, hacia 71 d.C. ya era casi total, como demuestra el monte Testaccio para la época antonina. Por consiguiente, entre los años 41-71 d.C., el Estado tuvo que establecer una estricta forma de control sobre este comercio. Tal vez fuera Vespasiano quien hizo más rígido este control. El primer *procurator frumenti comparandi*, M. Arruntius Claudianus, que probablemente organizaba el abastecimiento de Roma y del ejército desde la misma capital, vivió en el reinado de Domiciano[8].

La información reunida por Remesal deja claro que el ejército romano en el Rhin tenía una provisión de aceite de oliva bético suficiente para atender a otras unidades, y que el aprovisionamiento desde la Galia y España se hacía a través del Ródano y del Atlántico.

Una conocida inscripción de Hispalis (Sevilla) (CIL II.1180) menciona a un tal Ulpius Saturninus Possessor, un *praefectus annonae ad oleum afrum et hispanum recensendum*, en los reinados de Marco Aurelio y Lucio Vero. En contra de la interpretación corriente, que supone que se trataba de un cargo provincial, este título tendría que demostrar que las competencias de Possessor se encuadraban en la *praefectura annonae* de Roma, y que sus instrucciones eran las de supervisar la importación de aceite de oliva de la Bética y de África y el transporte de otros productos para la *annona*, pagando los gastos de transporte que los *navicularii* presentaban a la *annona*. Possessor debió desempeñar su cargo al comienzo de las guerras contra los marcomanos. En esa época se creó una *subpraefectura annonae*, cargo que fue ocupado por P. Cominus Clemens a partir del año 170 d.C. La *praefectura annonae* se ocupaba de las provisiones para Roma y el ejército. La inscripción de Possessor también nos dice que las *vecturae* eran el precio del transporte de los bienes, y que no existía ese tipo de comercio entre los *navicularii* y la *annona*. En su lugar, había sencillamente un tráfico de los bienes necesarios. Dentro del Imperio, el comercio estaba dominado en gran parte por la *annona*. Así, en el reinado de Marco Aurelio, la organización de la *annona* se desarrolló según las directrices establecidas en época flavia, experimentando nuevos cambios durante la dinastía de los Severos.

Los sellos de las ánforas Dressel 20 indican que en esa época tres talleres, con sus respectivos bienes y propiedades, fueron confiscados por las autoridades imperiales y administrados por éstas. A la muerte de Caracalla, estas propiedades pasaron de la *ratio privata* imperial al patrimonium; Alejandro Severo las convirtió en propiedad privada. Esta evolución se advierte en los *tituli picti* de las ánforas béticas Dressel 20. Parece ser que Septimio Severo enriqueció su *ratio privata* a expensas del *fiscus*, que las había recibido como *patrimonium principis*, y permitió que la *ratio privata* monopolizara el comercio para la *annona*, para resolver así el problema del coste cada vez mayor que suponía mantener al ejército y al mismo tiempo para mantener un monopolio sobre las exacciones del *fiscus*, que anteriormente habían sido efectuadas por *publicani* o conductores. La mayor contribución de Alejandro Severo fue liberar de nuevo el comercio en la *annona*, permitiendo a los particulares transportar los bienes

que volvían a pertenecer a ésta. El monte Testaccio dejó de crecer en el reinado de Galieno y por consiguiente también nuestras pruebas se acaban en esa época. En este momento desaparecieron las ánforas Dressel 20 y tomaron su lugar otras distintas, como las de forma Dressel 23. Estos cambios podrían estar relacionados con reformas militares.

Esta teoría es muy radical, puesto que normalmente se cree que, al llegar a su fin el monte Testaccio en 257 d.C., España dejó de exportar aceite de oliva a Roma y al ejército del *limes*. Esta hipótesis encontraría un gran apoyo en el hecho de que no hay ánforas Dressel 20 en los hallazgos submarinos de la costa española[9] y en el gran número de ánforas africanas localizadas en España durante el Bajo Imperio, clara evidencia de la importación de aceite de oliva africano[10]. La teoría de Remesal se apoya en el hallazgo de ánforas españolas Dressel 23 mezcladas en el hormigón de las bóvedas del Circo de Majencio en Roma[11], en que las bóvedas de la iglesia de San Gereón, en Colonia, de mediados del siglo IV, están reforzadas con 1.200 ánforas Dressel 23[12], y en el descubrimiento, en Ostia de ánforas Dressel 23 de la primera mitad del siglo III. En España han aparecido ánforas Dressel 23 en Ampurias (procedentes de la primera mitad del siglo III), y en Tarragona (de la primera mitad del siglo V); habían sido fabricadas en la Bética, donde se han encontrado talleres en El Tejadillo (Alcolea del Río)[13].

Del estudio de las ánforas españolas encontradas en Alemania también puede deducirse la existencia de una dependencia interprovincial muy estrecha entre las áreas que producían el aceite de oliva y las que lo importaban, así como de una amplia intervención estatal. En el *limes* de Britania y Germania se han encontrado muy pocos rastros de aceite de oliva africano. Al contrario de lo que se había supuesto, por lo tanto, no hubo ninguna *annona militaris*, sino simplemente una *praefectura annonae*. Otra importante conclusión del estudio de Remesal es que los oficiales que se ocupaban del abastecimiento del ejército en período de guerra pertenecían al *ordo equester*. Durante el Alto Imperio había un mercado controlado que el mismo estado destruyó para hacerse con el control de los medios de producción. La relación económica fundamental en el comercio estaba entre la Bética y Roma, que actuaba como el centro de la administración imperial, y no entre Germania y la Bética. Durante el reinado de Diocleciano, el comercio desde la Bética cambió de signo radicalmente y se dirigió hacia el ejército y los oficiales del oeste romano.

ECONOMÍA OLEÍCOLA: EN LA ANTIGÜEDAD

J. REMESAL RODRÍGUEZ

El olivo es un árbol que, en su estado silvestre, se encuentra en toda la cuenca del Mediterráneo; su fruto, escaso, tiene un sabor amargo y produce un aceite igualmente acervo. El hombre, sin embargo, aprendió, desde tiempos muy remotos, a cultivarlo y a obtener de él un fruto apreciado, la aceituna, y de ella un producto, el aceite, no sólo útil para la alimentación, sino también, para otros muchos usos.

Sobre las técnicas de cultivo del olivo y la extracción del aceite en los períodos más antiguos existen muy pocos documentos. Sólo en época romana se dispone de tratados agronómicos, en los que se detallan estos aspectos. La arqueología ha demostrado que las técnicas utilizadas en época romana eran ya conocidas desde mucho tiempo atrás. Puede decirse que las mismas técnicas han pervivido hasta nuestros días, superadas por las nuevas técnicas agrícolas y de prensado, iniciadas con la aparición de la prensa hidraúlica, que desplazó a la prensa de viga, cuyo uso y desarrollo había durado milenios.

El caracter económico de la producción de aceitunas y aceite en el mundo antiguo hay que considerarlo en dos planos distintos: el nivel de autoconsumo de una colectividad y la capacidad de una comunidad para producir excedentes exportables. A su vez, esta capacidad está condicionada, en gran medida, por la existencia o no de un fácil transporte, cuyos límites configuraban, en gran medida la economía antigua.

Sobre el primer aspecto –autoconsumo– se carece prácticamente de información. Hemos de aceptar, que, desde muy antiguo, los habitantes de las orillas del Mediterráneo supieron aprovechar, de un modo integral, las ventajas de esta planta. Es decir, que, junto al uso de la aceituna y el aceite, hay que considerar otros muchos aspectos, tales como el aprovechamiento del «ramón, sierpes o varetas» para la alimentación del ganado, o su uso en cestería, el valor calórico del orujo o el empleo de éste y del alpechín como abonos, así como la utilización de la dura y bella madera del olivo, etcétera.

Sobre el segundo aspecto, la capacidad para producir y comercializar excedentes, estamos mejor informados; ello implica, necesariamente, un conocimiento anterior de las técnicas de producción, la superación del nivel de autoconsumo y la existencia de grandes plantaciones.

Las primeras noticias de que disponemos demuestran que la región sirio-palestina fue la zona donde primero se desarrolló la producción y el comercio del aceite. El reciente hallazgo de la antigua ciudad de Ebla, cercana a la actual de Alepo en el norte de Siria, y de sus archivos pone de manifiesto que, ya a mediados del III milenio antes de Cristo, el olivar ocupaba el tercer puesto en extensión de cultivos. Documentos fechables hacia 2500 a.C. señalan cómo en la delimitación de los campos se contaba el número de olivos existentes en cada uno de ellos; uno de estos documentos señala tres campos, dos con quinientos y uno con mil olivos; otro habla de las distintas variedades de aceite, y, sobre todo, por primera vez, se cita la exportación de aceite a otros reinos, aceites definidos como de primera calidad.

A mediados del II milenio a.C. las noticias sobre el aceite se multiplican, pues tenemos referencias en los archivos de Alalah, Ugarit y Mari. En muchos de

estos documentos el aceite es citado como medicamento, pero en otros, como los de Mari, se habla de la importación de aceite desde Alepo (recordemos que Alepo está cerca de la antigua Ebla, de donde tenemos documentación mil años más antigua). Los textos de Mari demuestran que el precio del aceite de oliva era cinco veces superior al del vino, y dos veces y media más caro que el aceite de semillas (sésamo y lino).

Estos documentos constatan el valor relativo del aceite de oliva. Lo que no podemos determinar es si esta desigualdad viene marcada sólo por la diferencia de costos de producción o si en ella intervienen cuestiones de prestigio o rareza del producto.

Un documento paleoasirio, datable a principios del II milenio a.C., procedente del Karum de Kanish, un centro comercial asirio en territorio hitita en la Anatolia central, informa de la solicitud, por parte de un comerciante de este centro, de que le sea traído aceite de primera calidad de la capital, Assur, o de Hahlum (un lugar aún no bien identificado, cuya localización se discute si estuvo en el alto Éufrates, en Cilicia o en el norte de Siria), con lo que queda patente el comercio a larga distancia de nuestro producto.

La documentación facilitada por los archivos de Ugarit, datable en el siglo XIII a.C., muestra que el cultivo del olivo era importante, siempre tras el cultivo de la viña. Se conservan documentos que demuestran que el aceite era usado como pago de tributos al palacio; al mismo tiempo, hay noticias de que el palacio pagaba, también en aceite, algunos servicios recibidos. Pero, tal vez, el texto más importante es el que relata el intercambio de aceite de oliva de Ugarit con Chipre y Egipto.

Los datos que tenemos sobre el aceite de oliva en el Egipto faraónico son muy limitados. La primera constatación es un relieve de la Dinastía XVIII (1570-1345 a.C.). El faraón Ramsés III (1197-1165 a.C.) favoreció su cultivo. Las fuentes de época grecorromana, momento en el que el cultivo del olivo adquiere una mayor extensión, señalan la existencia de plantaciones en la Tebaida (sur del país), en Alejandría y, sobre todo en el oasis del Fayum. Las mismas fuentes atestiguan que el aceite egipcio era de mala calidad y desprendía un fuerte olor.

Sobre la producción de aceite de oliva en el mundo micénico estamos mejor informados. Documentos escritos en Lineal B, datables en torno al siglo XIII antes de Cristo, demuestran que en Creta se usaba, simultáneamente, aceite procedente de aceitunas de acebuche y de olivos cultivados. Se afirma que en el ala occidental del palacio de Cnossos se podían almacenar hasta 250.000 litros de aceite, aunque otras investigaciones reducen estos cálculos a un tercio de esta cantidad. Se ha estimado que, en los almacenes del palacio de Mallia, podían almacenarse hasta 23.000 litros de aceite. Algunas tablillas registran partidas de más de 10.000 litros enviadas desde zonas rurales al palacio de Cnossos. Se ha sugerido que el aceite procedente de acebuches se utilizara como base para la confección de perfumes.

Se posee una amplia información arqueológica sobre el desarrollo de la oleicultura en la región sirio-palestina a comienzos del I milenio a.C. Numerosas excavaciones en el territorio de Israel han puesto de manifiesto la existencia de muchas prensas así como las técnicas desarrolladas para la obtención del aceite: molido de la aceituna mediante muelas giratorias y prensas de viga, cuyo contrapeso estaba formado por diversas piedras que eran colgadas de la viga una a una. Los textos bíblicos confirman también la importancia de esta industria.

La expansión del uso del aceite de oliva por el Mediterráneo occidental es atribuida a los fenicios, quienes lo difundieron por el norte de África y sur de España a comienzos del I milenio, y a los griegos, que lo llevaron a Italia. Desde entonces se intensifican los contactos comerciales entre los extremos del Medi-

terráneo; parte de los productos comercializados eran alimenticios, entre éstos el aceite ocupaba un puesto relevante.

Aunque las fuentes literarias de la Grecia clásica transmiten muchas noticias sobre el uso del aceite de oliva, hay poca información sobre los sistemas de producción y comercialización tanto de las aceitunas como del aceite. El mito de la diosa Atenea, que dio el olivo a los atenienses y les enseñó su aprovechamiento, es una clara manifestación de la expansión e importancia del olivo en el Ática. El aceite era el único producto alimentario, que podía exportarse en Atenas, según las Leyes de Solón, lo que destaca la relevancia del olivar en el Ática, no sólo como elemento importante en la ocupación del suelo y sus hombres, sino, sobre todo, por el valor de intercambio que el aceite tenía en Atenas, pues gracias a su exportación, la ciudad podía obtener el grano del que era deficitaria.

La expansión del olivar por la península Itálica fue lenta, dependiendo, en gran medida, de las condiciones sociales que fue creando la conquista de toda Italia por Roma. En Italia, el aceite más preciado era el de Venafro en Campania, aunque la zona de mayor explotación era la Magna Grecia, región desde la que se había difundido el cultivo.

La creación del imperio romano puso las bases para el desarollo de un sistema económico mucho más abierto que el existente hasta ese momento. La paz que Augusto había implantado en todo el Mediterráneo permitía cruzarlo y comerciar en todas direcciones. Roma, como creadora de ese Imperio, disfrutaba de la explotación de los recursos de todos los países a ella sometidos. Augusto basaba su poder político en dos pilares fundamentales: la plebe de Roma y el ejército; a ambos tenía que alimentarlos, al ejército porque dependía económicamente de él, a la plebe de Roma porque se sometía políticamente a aquel que asegurase su abastecimiento. Augusto creó un sistema económico en el que cada provincia del Imperio satisfacía los intereses de Roma y de su ejército con los productos capaz de producir.

La documentación actual demuestra que fue la Bética, la actual Andalucía, la primera provincia abastecedora de aceite, a partir de mediados del siglo II d.C. y que el norte de África constituyó una fuerte competencia para el aceite bético. Sobre la producción y el comercio del aceite bético durante el Imperio romano estamos relativamente bien informados; el conocimiento de su producción y distribución constituye, hoy día, un punto de referencia para todos sobre los estudios del aceite en la Antigüedad.

El aceite bético, que se distribuyó por todo el ámbito del Imperio romano desde Britania hasta Egipto, era envasado en ánforas cuyos centros de producción han sido localizados en el triángulo formado por las ciudades de Sevilla, Córdoba y Écija. La localización de estos centros ha permitido identificar la zona de la antigua ciudad de Axati (Lora del Río, Sevilla) como la región de mayor producción. Sobre las ánforas en las que era exportado el aceite se realizaban gran cantidad de anotaciones, relativas tanto a la tara del ánfora, como al peso neto de su contenido en aceite, al nombre del comerciante o transportista que negociaba o transportaba el ánfora, así como un complejo control fiscal, en el que también se indicaba la datación consular del momento en el que se hacía la transacción. Las ánforas que conteniendo aceite bético llegaron a Roma, una vez vacías, se arrojaron a un vertedero, que constituye el llamado monte Testaccio, donde se encuentran depositadas millones de ánforas béticas. En el Testaccio se han conservado muchas de las inscripciones que estaban pintadas sobre las ánforas. De este modo, lo que en su día fue un vertedero constituye para nosotros un ingente archivo, gracias a cuyos datos han podido ser revisadas muchas de las teorías e hipótesis sobre la organización económica del mundo romano.

ECONOMÍA OLEÍCOLA: EN LA EDAD MEDIA

GEORGES COMET

La historia medieval del olivo sigue siendo poco conocida, ya que las situaciones son extremadamente variadas y es imposible presentar una síntesis por falta de estudios regionales precisos. Sin embargo, se puede hablar históricamente del olivo medieval, así como plantear algunas cuestiones[17, 18, 2]. Las aceitunas y el aceite se consumían, y comercializaban pero se conocen mal las formas de plantación, las variedades, las formas de cultivo, los procedimientos de transformación y las herramientas. Tampoco puede esbozarse la evolución de la olivicultura en todo el período. Consideraremos, pues, tres ejemplos: Provenza, Al-Andalus e Italia.

Provenza no era en la Edad Media tierra de olivos, que no conquistaron esta comarca hasta el siglo XVI. La carpología arroja algunas dudas sobre la presencia de olivos[19], y los textos hablan muy poco de este árbol. Hay que esperar a los siglos XI y XII para encontrar auténticas menciones de olivares (Draguignan, Marsella, Niza). En el siglo XIII el aceite circula por los peajes. En el siglo XIV y sobre todo a mediados del XV las fuentes son más locuaces[15, 21, 6], cuando la tendencia económica general es de recesión. ¿Cabe deducir de ello que esta economía despega durante la crisis? Sería simplificar demasiado.

El olivar provenzal era importante en determinados lugares (el Condado, la costa), pero en otras zonas no existía. En el siglo XV, los judíos surgen como auténticos especialistas[11] del comercio del aceite, aunque apenas tenían olivos ni molinos.

La situación de España era muy diferente[4, 22]. Con el siglo XI el olivo se inscribe en el mundo islámico. Al-Andalus y, sobre todo, la región de Sevilla eran grandes productores y exportadores de aceite de oliva: «Se dice que la gente de Sevilla es muy rica. Su principal comercio reside en sus aceites, que envían en barcos, lejos, al oeste y al este». (ibn Nadhdhim).

En el siglo XII, el aceite andaluz se exportaba a Alejandría. Los principales centros de producción son: Sevilla, Córdoba, Jaén, Valencia, Badajoz, Coimbra... Las aceitunas sevillanas tenían fama de conservarse veinte años y de que su aceite no se ponía rancio nunca, y al-Razi, en el siglo X, declaraba que la producción era tal que, sin la exportación, los habitantes de Sevilla no podrían almacenarlo.

En Italia hay que distinguir varias zonas[10]. En el norte, la olivicultura se extiende incluso en los lugares, donde no existía en la Antigüedad, probablemente, porque Roma prefería llevarlo de regiones en las que el cultivo era más rentable, como Istria[14, 16]. Los olivares eran de pequeñas dimensiones y los textos que hablan a menudo de una decena de árboles donados para garantizar el alumbrado de una iglesia sugieren un uso restringido del aceite, pero ¿no nos engañará nuestra documentación clerical?

En el centro había algunos olivos en pleno campo, en los sembrados o en las viñas, hasta el siglo XV, en que se inició un cultivo intensivo en torno a Luca, Siena y Florencia. El catastro florentino revela el comienzo de una progresión que se aceleraría en el siglo XVI: las familias, en cuanto alcanzaban cierto bienestar, tenían su propia producción de aceite.

En el sur todavía, Gaeta era un puerto importante para el comercio del aceite y Apulia fue un gran centro desde el siglo XIII. Se conoce bien la situación en

torno a Palermo, en Sicilia: grandes olivares suburbanos se agrupaban en una organización comercial capitalista y producían para el importante consumo local[5]. Sicilia consumía entonces más de lo que producía y debía importar.

Así, durante la Alta Edad Media, el aceite siguió siendo una empresa marginal y el olivo relativamente raro en la península, incluso en el siglo XIV, excepto en Gaeta y Apulia. En el resto de Italia, el auge no llegó hasta el siglo XV, y en Italia central no se dio el giro que modeló el paisaje actual hasta los siglos XVI-XVIII.

Poco se sabe de las técnicas empleadas en Italia. En el sur se emplearon técnicas muy cuidadas, con injerto, riego, etc., y, de creer a algunos, los árboles de la Apulia medieval eran, quizás, retoños de olivares antiguos[12]. En cambio, los tratados de agricultura andaluces nos informan bien[13]: labores con azada, desherbado intercalar, plantaciones en hileras norte-sur para que los vientos del este y del oeste pasasen sin dificultades, multiplicación en vivero, siembra, estacas o trozos de cepa, acodos, injertos, trasplante después de tres años de vivero, riego fundamental en vivero. Todo ello resultado de una larga tradición de arboricultura y horticultura de regadío extremadamente cuidadas.

En cuanto al prensado, en 1984[1] hicimos un análisis. A finales de la Edad Media, se utilizaban en Provenza dos grandes tipos de prensa: de husillo y de árbol, mencionadas desde el siglo X en escasos textos. En Provenza no se ha conservado ninguna prensa antigua, pero la arqueología ha encontrado algunos yacimientos. En Cadrix, un molino de aceite del siglo XI constituye, por el momento, el ejemplo regional más antiguo encontrado[7,8]. El yacimiento es un recinto fortificado en altura, de uso militar y también con una función económica; se piensa en una recaudación de rentas o un derecho feudal; la rusticidad de la instalación muestra que la producción estaba muy descentralizada. En el verano de 1991 se descubrió un nuevo molino de aceite medieval cerca de Forcalquier. Todavía se encuentra en estudio.

Queda una cuestión, y no de las menos importantes: ¿para qué servía el aceite? Se conocen los usos industriales: jabón, ensimaje de los tejidos. Hay un empleo farmacéutico: aceites de rosa, de violeta, de laurel, etc. El aceite servía también para alumbrar en los centros religiosos y, por supuesto, se utilizaba en la liturgia, aunque en cantidades muy pequeñas. Por último, está el empleo culinario; pero este último plantea interrogantes.

Las recetas de cocina de los siglos XIV y XV conceden poca importancia al aceite de oliva[9]. Parece que se consideraba esencialmente una grasa vegetal y, por tanto, autorizada para los períodos de vigilia: viernes, vísperas de fiesta y cuaresma. Por consiguiente, se preferían las grasas animales cuando estaba permitido. Cabe preguntarse si en la Provenza de la Baja Edad Media aparte de la cuaresma y de las frituras de pescado, se utilizaba realmente el aceite de oliva[20]. Con él competían el aceite de nuez y el tocino. Más tarde a finales de la Edad Media, se emplean pocas materias grasas en la cocina y la mayoría de las salsas se hacían sin grasa. Este hecho podría explicar el bajo consumo de aceite en una región productora, como Provenza.

La evolución en el tiempo, debe matizarse por zonas. En Provenza, los vestigios arqueológicos llevan a pensar, que durante la Antigüedad se registró una fuerte producción de aceite, seguida de una considerable disminución en la Alta Edad Media, una reaparición a partir del siglo XIII y una gran progresión en el siglo XVII. No pasa lo mismo en Andalucía, donde, desde la Antigüedad a la época moderna, un movimiento continuo hizo de esta región el gran centro mediterráneo de producción y exportación. En Italia, por último, los autores están divididos. Para algunos, en Sabina, los olivos desempeñaron el mismo papel capital en el paisaje medieval que en el mundo romano[6]; para otros, si hubo una disminución de la producción en las *villae* de Italia sólo pudo ser en los siglos III y IV, como consecuencia de la competencia de África y España. A partir de los siglos

V y VI, la producción se reanudaría claramente y el eclipse no tendría lugar hasta los siglos X y XI[13, 6]. En el siglo XIII, en la región de Luca, la ausencia de producción de aceite en las pequeñas propiedades campesinas no significaría la desaparición del cultivo, sino su limitación.

Por consiguiente, no puede indicarse una evolución general válida para todo el occidente mediterráneo, sino que hay que señalar la tendencia sector por sector. Pero la economía oleícola, como las técnicas empleadas, forman parte de un sociosistema y no se puede aislar el olivo de los componentes sociales, económicos y religiosos en que se desarrolla. Durante el período medieval, aún más que en otros momentos, sólo puede contemplarse el olivo como uno de los signos y uno de los componentes de toda una organización social.

ECONOMÍA OLEÍCOLA: EN LA EDAD MODERNA

ENRIQUE MARTÍNEZ RUIZ

Posiblemente, sea la Edad Moderna una de las épocas claves en el cultivo del olivo, por lo que respecta a la ribera norte del Mediterráneo, donde en esos siglos se apunta la supremacía olivarera de España, Italia y, más rezagada, Grecia.

La recuperación comercial de fines de la Edad Media afectó positivamente al cultivo oleícola, provocando un incremento de la superficie a él dedicada, de forma que en Italia, en el siglo XVI, el área del olivar superaba la que había ocupado bajo el Imperio romano. Sin embargo, en este despegue la incidencia del descubrimiento de América fue escasa, perceptible de forma clara sólo en España.

El siglo XVII, marcado en la Europa meridional por el signo de la crisis económica, constituye un período de dificultades para el olivo. En el sur de Italia, por ejemplo, escaseces y enfermedades desaconsejan su cultivo, que entra en regresión al faltar madera y recurrirse a estos árboles para atender la demanda; tendencia que se equilibra al abrirse, en otras zonas, terrenos para su cultivo, que también se implanta en territorios en pendiente o en terrazas escalonadas; además, la demanda y su fácil comercialización provoca una redistribución de las zonas productoras, ya que las tierras marginales septentrionales van siendo abandonadas al tiempo que se potencian las plantaciones ligures, más complejas a la hora de trabajarlas, pero menos expuestas a calamidades climatológicas, especialmente los fríos invernales.

Para aquellas tierras, algunos autores consideran el año 1709 como crítico, pues fue «el punto de paso entre la oleicultura antigua, mito o religión, tradición e historia, y la moderna». La ola de frío desencadenada en enero –el «terrible invierno» de muchas crónicas– hace desaparecer del mercado, prácticamente, al aceite, con lo que su precio se disparó y fue la base sobre la que se fraguó la prosperidad posterior de algunas familias que mantuvieron su comercio, de forma que nuevas plantaciones relevaron a las viejas, dañadas o asoladas, y la oleicultura inicia el camino de su distribución actual en el mapa agrario del Mediterráneo septentrional.

A la recuperación sucedió el interés científico. En 1788 la Academia Georgófili de Florencia estableció un premio para la plantación de olivos. Esa misma Academia encargaba la realización de un tratado teórico-práctico sobre el olivo en 1805, publicado en 1819: se había recorrido el camino que llevó al gran apogeo de este cultivo en la primera mitad del siglo XIX.

En lo que a España respecta, en el siglo XVI nos encontramos con que la zona castellana consumía grasas animales, sobre todo la manteca de cerdo, mientras que Aragón y las tierras ribereñas del Mediterráneo contaban con el aceite habitualmente en su dieta alimenticia. Tales consumos estaban teñidos de perjuicios médicos y religiosos. Un ejemplo de los primeros era la creencia generalizada entre los habitantes de que la mantequilla facilitaba la aparición y el contagio de la lepra, por lo que era preferible utilizar el aceite, que en algunos casos de personas pudientes llegaba a extremos como el que relata Braudel, en relación con el cardenal de Aragón, que allá por 1516 viajaba por Europa con su cocinero y una buena reserva de aceite en su bagaje. Muestra de prejuicios religiosos era la consideración de que moriscos y judaizantes consumían aceite y el cristiano viejo manteca de cerdo; reflejemos unos casos: el cura de los Palacios reprochaba a los judaizantes que «para evitar la manteca guisaban la carne con aceite, lo que hace oler muy mal el resuello»; el padre Montoya, jesuita, en el siglo XVII «se ejercitaba en la mortificación tomando guisos con aceite de oliva en vez de manteca».

Pese a todo, el siglo XVI fue un período de crecimiento del olivo tanto por el aumento de la demanda de una población en alza como por la ampliación de las necesidades generadas por el descubrimiento y la colonización del nuevo mundo. En Andalucía, los precios se dispararon, de forma que entre 1511 y 1559 el precio de los cereales aumentó un 209 %, mientras que el del aceite lo hizo un 297 % y ello favoreció que se dedicasen grandes extensiones a plantar olivos y viñedos, cuyos cuidados estaban a cargo de trabajadores moriscos, en su mayor parte. Por los relatos que se conservan de algunos viajeros, así como las referencias que pueden deducirse del cobro de las tercias reales (un impuesto) y de los diezmos, hay razones para deducir que el olivo ocupaba extensas zonas en Andalucía, donde algunas parroquias conseguían una crecida producción de aceite.

Durante el siglo XVII, la crisis también debió afectar al olivar, que perdió superficie y disminuyó sus rendimientos, aparte de verse afectado por la pérdida de cultivadores cualificados como eran los moriscos, expulsados de España entre 1609 y 1614.

Y por lo que respecta al siglo XVIII, los datos que conocemos, recabados para la confección del catastro que se proponía realizar el marqués de la Ensenada, nos muestran que el olivo no era un cultivo en decadencia por entonces ni mucho menos, sino que la gran expansión que tiene en el siglo XIX no es más que la culminación de un proceso iniciado mucho tiempo antes, posiblemente a mediados del siglo XVIII.

Más al interior, cuando se produce la expansión agraria del siglo XVII, el olivo quedó limitado a las tierras peores, según las prácticas del autoabastecimiento.

Durante el siglo XVIII, pese a la expansión demográfica y agrícola, persiste la significación secundaria del olivo, aunque mejora algo su suerte. Su comercialización se veía entorpecida por el uso en la cocina de grasas de animales en vez de aceite; se empleaba en la liturgia y en la fabricación de jabón, que pudo ser un incentivo para poner plantones en tierras donde no había olivo.

BIBLIOGRAFÍA

Origen y Difusión del Cultivo

MELENA, J. L. «El aceite en la civilización micénica. Producción y comercio del aceite en la Antigüedad». Primer Congreso Internacional. pp. 255-282. Madrid, 1991.

MALUL, M. ZE-IRTU (SE-IRDU). «The olive trees and its products in Ancient Mesopotamia» *Olive and Oil in Antiquity*, pp. 146-158. Haifa, 1987.

PAULY-WISSOWA. Real Encyclopädie der klassischen Altertumswissenschaft XVII, 2, coll. 2454-2474. S. Mariner, «El olivo y el aceite en las literaturas clásicas», en: *Producción y comercio del aceite en la Antigüedad*. Primer Congreso Internacional. pp. 243-254. Madrid, 1981.

VARIOS

WAETZOLDT, H. «Ölpflanzen und Pflanzenöle im dritten Jahrtausend.» *Bulletin on American Agriculture* 2, pp. 77-96. Cambridge, 1985.

Olive and oil in Antiquity, Haifa, 1987.

Expansión cultural y artística

SCHÄFER-SCHUCHARDT, HORST. *L'oliva, la grande storia di un piccolo frutto*. Bari, 1986.

La fabricación del aceite de oliva: una historia técnica original

AMOURETTI, M. C. «Des agronomes latins aux agronomes provençaux» *Provence historique*, 124, pp. 83-100. Mayo-junio, 1981.

AMOURETTI, M. C. «Le pain et l'huile dans la Grèce antique, de l'araire au moulin». *Annales littéraires de l'Université de Besançon*, 328. Les Belles lettres. París, 1986.

AMOURETTI, M. C. «Variations historiques des chaînes opératoires de transformation des produits agricoles: l'olivier et la vigne». *Techniques et culture*, nº 17-18, pp. 245-272. Enero-dic., 1991.

AMOURETTI, M. C.; BRUN, J. P. ed. par. «La production du vin et de l'huile en Méditerranée», Symposium international, Aix-Toulon, Nov. 1991, Sup. XXVI *Bulletin de correspondance hellénique*, 1993.

AMOURETTI, M. C.; COMET, C. «Le livre de l'olivier».Nueva edición. Edisud. Aix, 1989.

AMOURETTI, M. C.; COMET, C. *Hommes et techniques de l'Antiquité à la Renaissance*. París, 1993.

AMOURETTI, M. C.; COMET, C.; NEY, C.; PAILLET, J. L. «A propos du pressoir à huile de l'archéologie à l'histoire». *Mélanges de l'Ecole Française de Rome Antiquité*, 96, pp. 379-421.1984.

BELLA, J. A. DELLA. *Memorias sobre o modo de aperfeiçoara do azeite des oliviera em Portugal*. Lisboa, 1784.

BERNARD, P. J. *Mémoire pour servir à l'histoire naturelle de l'olivier*. Marsella, 1788. Reeditado con notas en: A. Casanova. *Techniques, société rurale et idéologie en France à la fin du XVIIIe siècle*. Besançon, 1979.

BLITZER, H. «Olive Cultivation and Oil production in Minoan Crete» en *La production du vin et de l'huile*, pp.163-173.

BOULANGER, P. «Huiles blanches ou paillerines? Essai de physiologie du goût au XVIIIe siècle» en: *L'huile d'olive en la Méditerranée, anthropologie, économie, de l'antiquité à nos jours*. Table ronde. Aix Marseille. CNRS Maison de la Méditerranée. pp. 25-34. 1985.

BRUN, J. P. «Recherche sur les huileries antiques dans le Var». Suplemento *Revue archéologie de Narbonnaise*. 1986.

BRUN, J. P. «L'oléiculture et la viticulture en Gaule d'après les vestiges d'installations de production», en: *La production du vin et de l'huile en la Méditerranée*, pp. 307-341.

CALLOT, O. *Huileries antiques de Syrie du Nord*. París, 1984.

CALLOT, O. «Les huileries du bronze récent à Ougarit, premiers éléments pour une étude» en: Ras-Shamra Ougarit III, le centre de la ville, pp. 197-212. París ERC 1987.

CASANOVA, A. «L'aire de diffusion en Corse au XIXe siècle du type le plus ancien de pressoir». *Arts et traditions populaires*, pp. 237-257. Julio-dic., 1968.

CASANOVA, A. *Paysans et machines à la fin du XVIIIe siècle. Essai d'ethnologie historique*. París, 1990.

CATON. *De agricultura*. Traduction J. Goujard. París, 1973.

COLUMELLA. *De Re Rustica*, libro XII. Traducción J. André, CUF. París, 1983.

CRESWELL, R. «Un pressoir à olives au Liban; essai de technologie comparée, L'homme». *Revue française d' Anthropologie*, 5, pp. 33-63.

COUTURE. *Traité sur l'olivier*. David. Aix, 1787.

«Olive oil production during the Biblical period» en: *Olive oil in Antiquity*. Conferencia pp. 16-36. Ed. M. Heltzer D. Eitam. Haifa, 1987.

FRANKEL, R. *Bet Ha-bad ha qadum* (The Ancient Oil Press). Betz Israel Museum. Tel Aviv, 1986.

FRANKEL, R. «Screw Weights from Israel» en: *La production du vin et de l'huile en la Méditerranée*, pp.107-118.

González Blanco, A. «Pressoirs à l'huile dépoque romaine dans la péninsule ibérique» en: *La production du vin et de l'huile en la Méditerranée.*

Heltzer, M.; Eitam, D. ed. «Olive Oil in Antiquity Israel and Neighbouring countries from neolithic to Early Arab period», Conferencia. Haifa, 1987.

Hitchner, R. B. «Olive production and The Roman Economy: the case of intensive growth» en: *La production de l'huile et du vin en la Méditerranée.*

Humbel, X. *Vieux pressoirs sans frontières.* París, 1979.

Kloner, A.; Sagiv, N. «The technology of oil production in the Hellenistic Period at Maresha, Israel» en: *La production du vin et de l'huile en la Méditerranée,* pp. 119-136.

La production du vin et de l'huile en la Méditerranée. Symposium international Aix-Toulon 1991, Édit par M. C. Amouretti y J. P. Brun.

Magnan de Bornier, PH. *Huiles et grignons à Nyons XVII^e siècle.* Société d'études nyonsaise. Nyons, 1985.

Mattingly, D. J. «Oil for export. A comparison of Lybian, Spanish, and Tunisian Olive production in the Roman Empire» *Journal of Roman Archaeology,* 1, pp. 33-56. 1988.

Mattingly, D. J. «Painting, presses, and perfume production at Pompei» *Oxford Journal of Archeo.*,9,1, pp. 33-56. 1990.

Mattozzi, O. «Pro Memoria sulle techniche di spremittura delle olive nello stato veneziano nel tardo settecento». *Studi e notizie,* 5, pp. 1-16. 1979.

Mattozzi, I. «Olio pugliese e olio ionico nel commercio veneziano sei setecentesco» en: *Mercati e consumi Organizzazione e qualificatione del commercio in Italia dal XII al XX secolo,* pp. 147-160. Módena, 1984.

Meeks, D. «La production de l'huile et du vin dans l'Egypte pharaonique», en: *La production du vin et de l'huile en la Méditerranée.*

Monet, P. *Scènes de la vie privée dans les tombeaux égyptiens de l'Ancien Empire.* Estrasburgo, 1925.

«Typologie des pressoirs préindustriels et aires de diffusion des types successifs en Europe occidentale» en el Vlème congrès international des sciences anthropologiques et ethnologiques. París, 1960. Recogido en *Outils, techniques et développements historiques.* París, 1979.

Plinio el Viejo. *Historia natural.* Texto, traducción y notas por J. André. CUF. París.

Sup. XXVI Bulletin de Correspondance Hellénique, 1993.

Sáez Fernández, P. «Columela De RR XII,52,6 Canalis et solea» en: *Habis,* 14, pp. 147-152. 1983.

Sordinas, A. *Old Olive Oil Mills and press on the Island of Corfou.* Greece Memphis State University Anthropological Research Center Occasionnal Papers. 1971.

White, K. D. *Greek and Roman Technology.* Londres, 1984.

El cultivo del olivo en el norte de África

Baradez, J. *Fossatum Africae; recherches aériennes sur l'organisation des Confins sahariens à l'époque romaine.* Arts et Métiers Graphiques. París, 1949.

Barbery J.; Delhoume J.-P. «La voie romaine de piedmont Sufetula-Masclianae (Djebel Mrhila, Tunisie centrale)». *Antiquités africaines,* t. 18, pp. 27-43. 1982.

Camps-Fabrer, H. *L'olivier et l'huile dans l'Afrique romaine.* Impr. Off. Alger, 1953.

Courtois, CH.; Leschi, L.; Perrat, CH.; Saumagne, CH. *Tablettes Albertini. Actes privés de l'époque vandale (Fin du V^e siècle).* Arts et Métiers Graphiques. París, 1952.

El-Bekri, A. *Description de l'Afrique septentrionale.* Trad. de Slane. Maisoneuve. París, 1965.

El-Ya'Koubi. *Les pays.* Trad. Gaston Wiet. El Cairo, 1937.

Etienne, R. «Maisons et hydraulique dans le quartier Nord-Est à Volubilis». Publi. du Serv. des Antiq. du Maroc. Fasc. 10, pp. 25-211. 1954.

Kherraza y Lenoir, M. «Les huileries de Volubilis» (avec une contribution de Alami, A. «Etude mécanique d'un pressoir de Volubilis»). *Bull. Arch. Maroc.*, t. XIV, pp. 69-133.

La Porte, J.-P. «La tudicula, machine antique à écraser les olives et les massues de bronze d'Afrique du Nord». *Bull.Arch. du Comité.* Nueva serie, fasc. 10-11, B, pp. 235-252. 1974-1975.

La Porte, J.-P. «Fermes, huileries et pressoirs de Grande-Kabylie». Colloque sur l'Histoire ancienne et l'Archéologie de l'Afrique du Nord organisé par le Comité des Travaux historiques, p. 127-144. Grenoble, 1983.

Leveau, PH. «Une vallée agricole des Némenchas dans l'Antiquité romaine: l'oued Hallail entre Djeurf et Ain Mdila». *B.A.C.*. Nueva ser., X-XI, B, pp. 103-121. 1974-1975.

El aceite y el olivo en Tingitania

B.A.M. (Bulletin d'Archéologie Marocaine) T. V, 1964. Exploitations agricoles romaines de la région de Tanger (M. Ponsich).

Contribution à l'atlas archéologique du Maroc: région de Tanger (M. Ponsich). Région de Volubilis (A. Luquet). T. VII, 1966: région du Rharb (A. Luquet),-région de Lixus (M. Ponsich),-région de Tétouan (M. Tarradell).

Camps-Fabrer, H. *L'olivier et l'huilerie dans l'Afrique romaine*. Publ. Service des Antiquités Alger. Argel, 1953.

Ponsich, M. *Recherches archéologiques à Tanger et dans sa région*. C.N.R.S., not. p. 163-p. 274, fig. 68. Paris, 1970.

El cultivo del olivo en la antigua Israel

Avi-yonah, M. «The Olive and the Oil in Israel in Ancient Times». *The Olive Jug*, pp. 27-40. Haifa, 1945.

Beazley, J. D. *Attic-blck-Figure Vase Printers*, Oxford, 1956.

Callot, O. «Les huileries et l'Huile au Bronze Récent», en: Amouretti M.-C. y Brun J.-P., *Olive and Wine Production in the Mediterranean Area, BCH*, Supplement XXVI, pp. 55-64. Atenas, 1956.

Dalman, G. *Arbeit und Sitte im Palastina*, Gutersloh 1928-1942, vol. 5 (reprint Heldesheim). 1964.

Eitam, D. «Textile and Olive Oil Production in Ancient Israel during the Iron Age Period», en: *Pigments and Colorants*, pp. 283-290. París, 1990.

Eitam, D. «Between the [Olive] Rows, Oil Will Be Produced, Presses Will Be Trod», en: Amouretti M.-C. y Brun J.-P. pp. 65-90, (ver Callot 1993). 1993.

Eitam, D. «Oil Production during the Biblical Period», en: Heltzer M. y Eitam D. (eds.), *Olive Oil in Antiquity*, Final edition. Padova, 1994a.

Eitam, D. «Olive Oil Industry at Tel Migne-Ekron in the Late Iron Age», en: Heltzer M. y Eitam D. 1994 (ver Eitam 1994a). 1994b.

Eitam, D. 1994c, Survey of installations, in, Zertal A., The Menasseh Hill Country Survey, Vol. 2, Haifa.

Epstein, C. *Oil Making in Chalcolithic Golan*. Tel-Aviv.

Feingersh, O.; Eitam D. *Land of Wine*. Tel Aviv, 1988.

Foxhall, L. «Oil Extraction and Processing Equipment in Classical Greece», en: Amouretti, M.-C. y Brun, J.-P- 1993. pp. 183-200.

Frankel, R. «Some Oil Presses from Western Galilee», *BASOR*, pp. 286. 1992

Frankel Et Al. Avitzur S.; Ayalon E. *Ancient Oil Mills and Presses, Historical Technology of Olive Oil Production in the Holyland*, Pa.

Galili, E. «A basin with olive pits at Kfar Samir at Mount-Carmel coast», *Archeaological News*.

Gal, Z.; Frankel, R. «An Olive Oil Press Complex at Kh Rosh Zayit», ZDPV 192 (2), pp. 129-140. 1993.

Hadjisavvas, S. *Olive Processing in Cyprus*. Nicosia. 1992.

Heltzer, M. «Olive Growing and Olive Oil in Ugarit», en: Heltzer, M. y Eitam, D. 1994.

Kislev, M. «An Olive Bulk», en: Heltzer, D y Eitam, E. 1994.

Liphschitz, N. «Olives in Ancient Israel», en: Heltzer, M. y Eitam, D. 1994.

Loewenstein, R. *The History of the Production Trade and uses of Kali*.

Melena, J. L. «Olive Oil and Other Sorts of Oil in Mycenean Tables», *Minus*, 18, pp. 89-123. 1983.

Paton, W. R.; Myres, J. L. «Some Karian and Hellenic Oil Presses», *JHS*, 18. 1898

Singer, A. *Olive Cultivation*. Jerusalén, 1985.

Stager, L. E; Wolff, S. R. «Production and Commerce in Temple Courtyards», BASOR 243, pp. 95-102. 1981.

Stager, L. E. «The Firstfruits of Civilisation», en: Tubb, J. N. (ed.), *Palestine in the Bronze and Iron Age*, pp. 172-188, Londres, 1985.

Weinfeld, M. «The use of Oil in the Cult of Ancient Israel», en: Heltzer, M. y Eitam, D. 1994.

Yungst, E.; Thiedscher, P. «Gatos Eeltern und Kollergange», *BJ*, 157, pp. 53-126. 1957.

Zertal, A. *The Menasseh Hill Country Survey, The Shechem Syncline*. Haifa University, 1992.

Comercio del aceite de oliva

(1) Becatti, G. «Scavi di Ostia. Mosaici e pavimenti marmorei, Roma» s/a, 59SS. n. 74. lám.CXVIII. «Sobre barcos en la Antigüedad, para la época griega»: J.S. Morrison, R.T. Williams, Greek Oared Ships 900-322 B.C., Cambridge, 1968 L. Bash. «Le musée imaginaire de la marine antique, Atenas», 1987. En general: L., Casson, «Ships and searanships in the Ancient World Princeton», 1971.

(2) Reinach, S. Rep. Peint, 161,nl.

(3) Blanco, A. «Mosaicos romanos de Mérida», Madrid, 1978. 30 ss., láms. 12, 18-19. J.M. Blázquez y otros. *Influjos africanos*

en los mosaicos hispanos, L'Africa Romana. Sassari, 1990. 684, fig. 13.

(4) BECATTI, G. op. cit. 74. n. 106, lám. CLXXXI.

(5) BIANCHI-BIANDINELLI, R. «Rome. Le Centre du pouvoir», París, 1969, 334, figs. 376-377

(6) BECATTI, G. op. cit., 81, n. 127, lám. CLXXXII

(7) BECATTI, G. op. cit., 81. n. 127, lám. CLXXXII.

(8) DUNBABIN, K. M. D. «The mosaics of Roman North Africa». *Studies in iconography and patronage*. Oxford, 1978, 158 s., lám. 150.

(9) DUVAL, P. «La forme des navires romains d'après le mosaïque d'Althiburus», MEFRA 61, 1949, 117 ss. M. Ennaïfer. «La cité d'Althiburus et l'édifice des Asclepieia», Túnez, 1976, 99. láms XCL, XCIV. En general: L. Foucher, «Navires et barques figurés sur des mosaïques découvertes à Sousse et aux environs». *Notes et documents du musée du Alaovi*, 15, Tunis, 1957, 7 ss. J. Rouge. «Le confort des passagers à bord des navires antiques». *Archaeonautica* 4, 1985, 223 ss.

(10) DUNBABIN, K. M. D. op. cit. 127. 136. 153. lám. 122.

(11) DUNBABIN, K. M. D. op. cit., 74. 126.

(12) BLÁQUEZ, J. M. «Mosaicos romanos de la Real Academia de la Historia», Ciudad Real, Toledo, Madrid y Cuenca, Madrid, 1982. 33 ss. láms. 16, 19, 46.

Últimos trabajos sobre la exportación de aceite de oliva bético a Roma y al ejército

(1) Producción y comercio del aceite en la Antigüedad, I Congreso Internacional (Madrid, 1980), II (Madrid, 1983); Amphores romaines et histoire économiques: dix ans de recherches (Roma, 1989); F. Mayet, «Les figlinae dans les marques d'amphores Dressel 20 de Bétique», Hommage à Robert Etienne (París, 1988), págs. 285-305; D.P.S. Peacock y D.E. Williams, Amphorae and the Roman Economy (Londres y New York, 1986). Para la economía de la España romana ver J.M. Blázquez, Historia social y económica: la España Romana (siglos III - IV) (Madrid 1975), Economía de la Hispania Romana (Bilbao 1978), Historia Económica de la Hispania Romana (Madrid 1978), Historia de España, España Romana 2.1 (Madrid 1982), págs. 295-607.

(2) PONSICH, M. Recherches archéologiques à Tanger et dans sa région (París, 1970), págs. 271-83.

(3) BOUBE, J. «Marques d'amphores découvertes à Sala, Volubilis et Banasa», MAM (1973-5), 163-85; R. Etienne, Le quartier nord est de Volubilis (París, 1960), págs. 156-63; F. Mayet, «Marques d'amphores de Maurétanie Tingitane, Banasa, Thamusida, Volubilis», MEFRA, 90 (1978), 357-406.

(4) WILL, E. L. «Exportation of olive oil from Baetica to the Eastern Mediterranean», Producción y comercio del aceite en la Antigüedad, II Congreso Internacional, págs. 391-444.

(5) La annona militaris y la exportación del aceite bético a Germania, con un corpus de sellos de ánforas Dressel 20 halladas en Nimega, Colonia, Mainz, Saalburg, Zugmantel y Nida (Madrid 1986).

(6) Th. Hauschild, «El faro romano de la Coruña (Torre de Hércules): Problemas de su reconstrucción», Actas del Coloquio internacional sobre el bimilenario de Lugo (Lugo 1977), págs. 131-56 y MM 17 (1976), págs. 238-57; S. Hutter, «Der römische Leuchtturm von La Coruña». Madrider Beitrage 3 (Mainz, 1973); J. Naveiro, «Informe: El comercio marítimo en el noroeste durante la época romana a través de las ánforas», Revista de Arqueología (1986), 40-5. El autor afirma que «existe un gran número de restos de ánforas encontrados en los hallazgos de la costa de Galicia. Normalmente son de naturaleza extremadamente fragmentaria, lo que hace difícil determinar su tipología. Esta es la razón de que raramente se las mencione en los trabajos sobre el tema».

(7) BLÁZQUEZ. «Tresors sous-marins en Espagne, découvertes préhistoriques, grecques, puniques et romaines», *Histoire et Archéologie: les dossiers* 65 (1982), 78-84

(8) AE (1972), pág. 572.

(9) BLÁZQUEZ, op. cit. passim.

(10) KEAY, S. J. *Late Roman Amphorae in the Western Mediterranean; a typology and economic study: the Catalan evidence*. BAR International Series 196 (i) I-II (1984), págs. 406-27.

(11) RODRÍGUEZ ALMEIDA, E. *Il Monte Testaccio, ambiente, storia, materiali* (Roma, 1984), págs. 166-9.

(12) REMESAL. «El aceite bético durante el Bajo Imperio». *Arte, sociedad, economía y religión durante el Bajo Imperio y la Antigüedad Tardía, Antigüedad y Cristianismo* (1991), págs. 349-55.

(13) Acerca del área de la Bética que producía aceite de oliva ver M. Ponsich, Implantation rurale antique sur la Bas-Guadalquivir I, Sevilla-Alcalá del Río-Lora del Río-Carmona (Madrid, 1914); Implantation rurale antique sur la Bas-Guadalquivir II, la Campiña-Palma del Río-Posada (París 1979), Implantation rurale antique sur la Bas-Guadalquivir III, Bujalance, Montoro, Andújar (París, 1987).

Economía oleícola en la Edad Media

(1) AMOURETTI, M. C.; COMET, G.; NEY, C.; PAILLET, J.-L. «A propos du pressoir à huile: de l'archéologie industrielle à l'histoire», *Mélanges de l'Ecole française de Rome-Antiquité*, tome 96, 1, pp. 379-421. 1994.

(2) AMOURETTI, M. C.; COMET, G. *Le livre de l'olivier*. Edisud, 3º éd. Aix-en-Provence, 1992.

(3) BOLENS, L. *Agronomes andalous du Moyen Age*. Genève, 1981.

(4) BOLENS, L. «Al-Andalus: la vigne et l'olivier, un secteur de pointe (*xi*e-*xiii*e siècles)» en: *La production du vin et de l'huile en la Méditerranée*.

(5) BRESC, H. *Un monde méditerranéen. Economie et société en Sicile, 1300-1450*. Rome, 1986.

(6) COMET, G. «Le vin et l'huile en Provence médiévale», en: *La production du vin et de l'huile en la Méditerranée*.

(7) FIXOT, M. *A la recherche des formes les plus anciennes de la fortification privée en Provence: l'enceinte du domaine de Cadrix* (Comune de Saint-Maximin, Var), Château-Gaillard, IX-X, pp. 389-406. Caen, 1982.

(8) FIXOT, M. «Bastida de Baniols, Cadrix revisited», *Provence Historique*, t. XXXV, n.° 141, julio-septiembre, 1985, pp. 289-298.

(9) FLANDRIN, J.-L. «Le goût et la nécessité: sur l'usage des graisses dans les cuisines d'Europe occidentale (*xiv*e-*xviii*e siècles)», *Annales E.S.C.*, XXXVIII, nº2, marzo-abril, 1983.

(10) GRIECO, A. «Olive tree cultivation and the alimentary use of olive oil in Late Medieval Italy (ca. 1300-1500)», en: *La production du vin et de l'huile en la Méditerranée*.

(11) IANCU-AGOU, D. «Les juifs, l'olivier et l'huile d'olive en Provence médiévale, L'huile d'olive en Méditerranée», *Mémoires et Documents* nº 2. Université de Provence/C.N.R.S., pp. 133-150. Aix, 1985.

(12) IORIO, R. «Olivo e olio in Terra di Bari in età normanno-sveva», *Quaderni medievali*, 20, dic. 1985.

(13) LAFON, X. «L'huile en Italie centrale à l'époque républicaine: une production sous-estimée ?», en: *La production du vin et de l'huile en la Méditerranée*.

(14) MATIJASIC, R. «Oil and Wine Production in Istria and Dalmatia in classical antiquity and early Middle Ages», en: *La production du vin et de l'huile en la Méditerranée*.

(15) NICOT, J. «Grandeur et décadence de l'oléiculture provençale», *Revue de Géographie Alpine*, 2, pp. 247-295. 1956.

(16) PINI, A. I. «Due colture specialistiche del Meldioevo: la vita e l'olivo nell'Italia padana». *Medioevo rurale*, pp. 119-138. Bologna, 1980.

(17) PINI, A. I. «Vite e olive nell'alto medioevo, L'ambiente vegetale nell'alto medioevo», *Settimane di studio*, XXXVII (1989), pp. 329-370. Spoleto, 1990.

(18) *La production du vin et de l'huile en Méditerranée. De l'âge du bronze à la fin du xvi*e *siècle*, Actes du symposium international d'Aix-en-Provence (20-22 nov. 1991), CNRS. Marsella, 1993.

(19) RUAS, M. P. «Plantes cultivées et cueillies au moyen âge en France, identifiées à partir des semences archéologiques», *Festchrift Van Zeist*.

(20) STOUFF, L. *Ravitaillement et alimentation en Provence aux xiv*e *et xv*e *siècles*, p. 101. Mounton. París, 1970.

(21) STOUFF, L. «L'olivier et l'huile d'olive en Provence aux derniers siècles du moyen âge», *Provence historique*, XXXVIII, 152, abril-junio 1988, pp. 181-192.

(22) VALLVE BERMEJO, E. «La agricultura en Al-Andalus», *Al-Qantara*, III, fasc. 1-2, pp. 261-298. 1982.

Economía oleícola en la Edad Moderna

RODRÍGUEZ DE GRACIA, H. «Aproximación histórica al olivar castellano-manchego», en *El aceite en Castilla-La Mancha*, págs. 25 y ss. Toledo, 1988.

LOVERA PRIETO, C. «El olivo, un árbol para la historia y la leyenda», en *Nuestro aceite de oliva*, págs. 11 y ss. Córdoba, 1993. (También contiene bibliografía, pero la específica es de periodos anteriores o posteriores; la más destacable es LÓPEZ ONTIVEROS, A.: *Evolución de los cultivos en la campaña de Córdoba, del siglo xiii al siglo xix*. Murcia, 1970.

La revista *Provence historique* dedica el tomo XXXI, fasc. 124, abril-mayo-junio 1981, a la historia del olivo en algunas zonas francesas.

FIORINO, P.; NIZZI GRIFI, F. «La oleicultura y su expansión», en *Olivae* (edición española), diciembre, n.° 44, pp. 9 y ss. 1992.

Capítulo 2

BIOLOGÍA Y FISIOLOGÍA DEL OLIVO

Coordinación:
Prof. SHIMON LAVEE
Institute of Horticulture
Agricultural Research Organization
The Volcani Center
Bet-Dagan (Israel)

Colaboradores:
Sr. DIEGO BARRANCO NAVERO
Departamento de Agronomía
Universidad de Córdoba
Córdoba (España)

Dr. GUIDO BONGI
Istituto di Ricerche sulla Olivicoltura
CNR IRO
Perugia (Italia)

Sr. TAÏEB JARDAK
Director de l'Institut National
de l'Olivier
Sfax (Túnez)

Sr. RAYMOND LOUSSERT
Programme National de
Recherche sur l'Olivier
INRA
Marrakech (Marruecos)

Prof. GEORGE C. MARTIN
College of Agricultural
and Environmental Sciences
Dept. of Pomology
Agricultural Experiment Station
University of California, Davis
(Estados Unidos)

Dr. AHMED TRIGUI
Maître de recherches
Institut National de l'Olivier
Sfax (Túnez)

BIOLOGÍA Y FISIOLOGÍA DEL OLIVO

SHIMON LAVEE

El cultivo del olivo se inició en la parte oriental de la cuenca mediterránea (Zohari y Spigel-Roy, 1975), adaptándose bien al verano largo y seco del clima subtropical de la región (Lavee, 1992). Su elevado potencial de supervivencia se debe a determinadas características de desarrollo, tales como la especial anatomía de la hoja, la relación sectorial brote-raíz, la adaptación ambiental del sistema radical y su elevado potencial de rejuvenecimiento morfogenético. Están en curso estudios para identificar qué vías metabólicas específicas intervienen en la gran adaptabilidad del olivo a ambientes extremados (sequía, salinidad, temperaturas elevadas), así como el grado de resistencia de diversos cultivares a las bajas temperaturas (Fontanazza y Prezziosi, 1969). Por otra parte, la especie *Olea europaea L.* tiene la capacidad genética de reaccionar en condiciones muy favorables. En regiones relativamente cálidas, muy lluviosas, o con frecuente riego estival, tienden a desarrollarse árboles grandes, con troncos altos y abundante crecimiento vegetativo. Este desarrollo sería raro en regiones nórdicas con clima templado más fresco, a pesar de las lluvias veraniegas.

ORIGEN BOTÁNICO

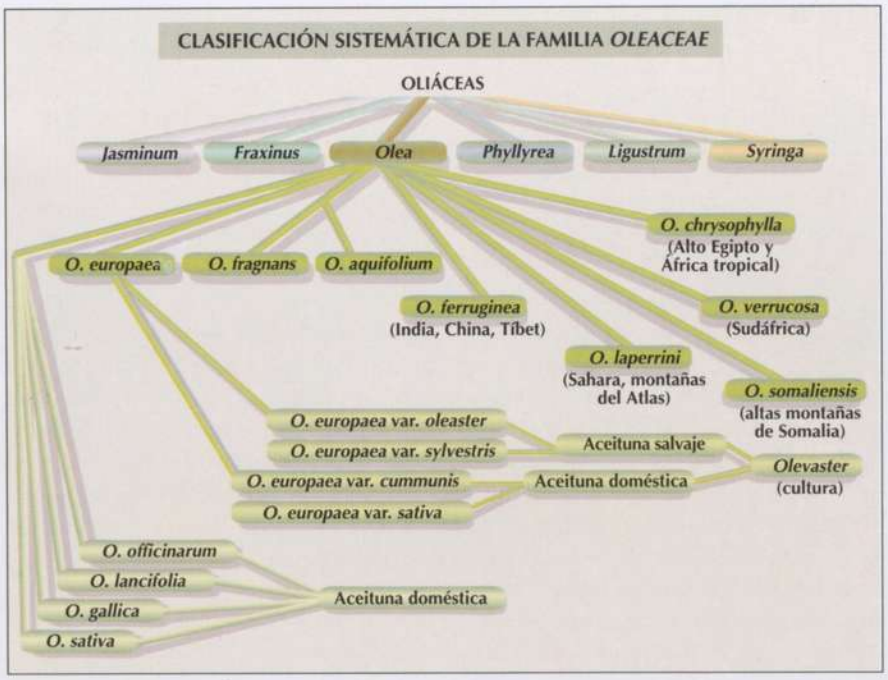
El olivo pertenece a la familia Oleaceae, que comprende 20-29 géneros principales, según el sistema de clasificación (Flahault, 1986; Morettini, 1972). Varias plantas ornamentales importantes pertenecen a cuatro de estos géneros: *Ligustrum, Syringa, Jasminum* y *Fraximus.* De otros tres géneros, Phillyrea, Forsythia y Osmanthus, se han cultivado muy pocas plantas. El género *Olea* incluye varias especies y subespecies (más de 30), todas ellas procedentes de áreas con condiciones de crecimiento relativamente difíciles (Zohary, 1973). La mayoría son arbustos o árboles. La única especie con fruto comestible es *Olea europaea*, a la cual pertenece el olivo cultivado. En la figura 1 se describe un esquema general de la clasificación sistemática de la familia Oleaceae.

La clasificación botánica de *Olea europaea* es bastante problemática y, a tal efecto, se han aplicado diferentes sistemas (Morettini, 1972; G. Mazzolani y Altamura Betti, 1977-1981). Originalmente se dividió *Olea europaea* en dos grupos principales, *O. europaea* var. *sylvestris* y *O. europaea* var. *sativa.* La primera incluía todos los tipos designados como olivos silvestres, mientras que la segunda designaba todos los olivos cultivados. Los olivos cultivados se denominan también *O. europaea* var. *communis,* y el tipo silvestre *O. europaea* var. *oleaster.* Asimismo, se utiliza mucho el término olevaster que designa plantas asilvestradas (Turril, 1951).

Se conocen con el nombre de olivo silvestre u oleaster arbustos o árboles con ramas cortas, hojas pequeñas, suculentas, redondas o ligeramente alargadas, y fruto pequeño, redondo en general, con hueso relativamente grande (fotografía 1). Aunque, como ya se ha dicho, el cultivo del olivo se originó en el Mediterráneo oriental, la planta oleaster se encuentra, sobre todo, más al oeste de la región (Grecia, Italia). En muchos casos los tipos olevaster crecidos en áreas intensa-

FOTOGRAFÍA 1. Árbol típico totalmente desarrollado, *O. europaea* var. *oleaster,* inflorescencia y fruto en Cerdeña. Arriba: olivo cultivado; Abajo: oleaster.

FIGURA 1. Esquema botánico general de la clasificación sistemática de la familia *Oleaceae*.



FOTOGRAFÍA 2. Planta joven «seudooleaster» (*oleaster*) crecida en áreas de pastoreo en condiciones naturales en el campo. Arriba: vista general; abajo: primer plano.

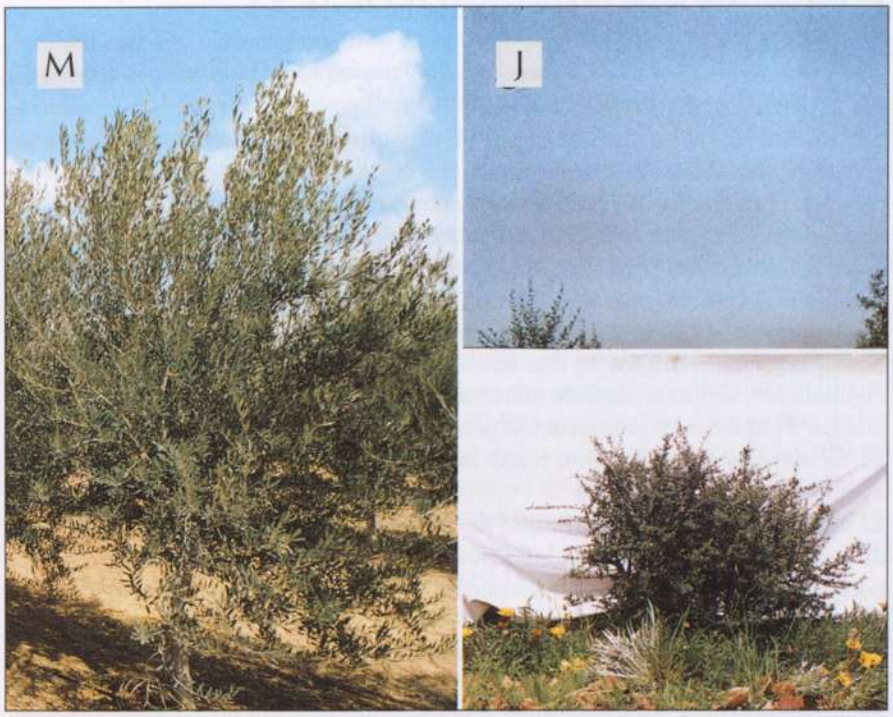
mente pastoreadas se confunden con el oleaster (fotografía 2). Estos árboles, debido al constante pastoreo, mantienen su forma juvenil con hojas pequeñas, sin que desarrollen las hojas maduras típicas de *O. europaea*. Se diferencian fácilmente del oleaster, porque son estrictamente vegetativos y nunca florecen. Cuando se les permite crecer libremente sin injertos ni intervención simulada, llegan a desarrollarse como árboles frutales con hojas de forma y tamaño normales, como el olivo cultivado *O. europaea* var. *communis* (fotografía 3).

Hay ciertas dudas sobre si el oleaster es el verdadero tipo silvestre del olivo cultivado o es una subespecie independiente, en tanto que el verdadero olivo silvestre, morfológicamente, no se distingue del actual olivo «cultivado». Además, los estudios arqueobotánicos (Liphschitz y col., 1991) han llegado a la conclusión de que los hallazgos de olivos que datan de hace más de 4.000 años no se diferencian del actual olivo cultivado. Por ello, todos las variantes de la especie, así como los olevaster suelen denominarse olivos silvestres. Se ha sugerido asimismo que las diferentes formas de olivos «silvestres» son formas ecomorfológicas de una población desarrollada localmente y todas ellas podrían considerarse como *Olea europaea* var *oleaster* (Lavee, 1990).

Hoy día es más corriente referirse a todos los olivos cultivados como *O. europaea* var. *communis*, con algunas subdivisiones basadas en la forma de la hoja y del fruto. Según otra clasificación, estos grupos se considerarían especies separadas, con los nombres *O. gallica*, *O. officinarum*, *O. lancifolia* y *O. sativa*. (Ciferri y col., 1942).

Aunque todos los cultivares de olivo cultivados se consideran pertenecientes a *O. europaea*, se supone que pueden haberse producido algunos cruces naturales con especies de *Olea* afines (Mazzolani y Altamura Betti, 1972, 1979). Los cruces pueden haberse producido con las especies *O. laperrinii batt et trab.* endémica del África central (Sáhara), *O. chrysophylla* (Lam.) (sinonimia *O. africana* [Mill.]), que se halla sobre todo al sur del desierto del Sahara y en Madagascar, y *O. ferrugina* (Royle), que es nativa de Afganistán y del Himalaya occidental (Zohary, 1970).

Sin embargo, estas regiones no crean una continuidad geobotánica y cada una de las especies de *Olea* citadas, está adaptada a diferentes condiciones ambientales. Por ello, es bastante reducida la probabilidad de que hayan afectado al



FOTOGRAFÍA 3. Olivo con aspecto juvenil (J) con poda continua (simulación de pastoreo) y olivo maduro (M) desarrollado a partir de material de la misma planta.

genoma de los cultivares de *O. europaea* cultivada común (Zohari y Hopf, 1993). La conexión posible podría realizarse a través de *O. laperrini*, que quizá haya tenido algunos puntos de encuentro con *O. europaea*. Debe tenerse en cuenta que se han hallado olivos silvestres endémicos en muchas regiones geográficas de clima subtropical cálido, incluidas Australia y Nueva Zelanda. Estos olivos silvestres se han clasificado todos como especies diferentes de *Olea*, aunque también pueden considerarse ecotipos. Se ha demostrado, no obstante, que algunas de estas especies pueden desarrollar descendientes fértiles (Ciferri, 1950b; Zui-Jun y col., 1984). Los actuales estudios genéticos todavía deben lograr pruebas concluyentes al respecto (Lavee, 1990). La agrupación sistemática de las diferentes poblaciones y ecotipos de olivos en diferentes especies genéticas de *Olea* ha sido ampliamente descrita por Ciferri (1942, 1950a), y resumida por Morettini (1972), comparándola con otras clasificaciones, en su mayoría más antiguas.

Está bastante claro, que los tipos oleaster de la cuenca mediterránea dan una población F_1 fértil al cruzarse con los cultivares cultivados, puesto que todos proceden de *O. europaea*.

En los últimos años, se ha dedicado especial atención a un olivo dulce originario del sur de Arabia Saudí (Collenette, 1988). Aún no está claro si debe ser considerado como una subespecie de *O. chrysophylla* o de *O. europaea*. No se ha informado de cruces de este clon dulce con cultivares de olivos comunes. Por otra parte, en la actualidad se procede al estudio de cruces entre *O. europaea* y la especie asiática *O. cuspidata* Wall.

Ultimamente algunos investigadores (Green y Wihens, 1989) han planteado la posibilidad de ampliar los grupos botánicos también en los olivos. Para ellos, la mayoría de los grupos de *Olea* son una sola especie: *Olea europaea*. Una clasificación más «liberal» aplica el término más moderno de «subespecie» a los diferentes ecotipos y, por tanto, los considera como *Olea europaea* var. (Browicz y Zielinski, 1990). El número de cromosomas de todas las especies de Olea es de 2n = 46 y los cruces intentados han tenido éxito. Parece, por consiguiente, que el enfoque de las ecosubespecies es más lógico para describir y clasificar los tipos de olivos hallados en las diferentes regiones del mundo.

CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS Y MORFOLÓGICAS

EL ÁRBOL. DESCRIPCIÓN GENERAL

Genéticamente, el olivo cultivado es un árbol de tamaño mediano que en casos extremos alcanza 10 metros de altura. La copa natural es redonda, aunque se conocen tipos erguidos. Hasta hace poco no se habían descubierto tipos de verdadero enanismo. Sin embargo, se conocen varios cultivares que desarrollan árboles relativamente pequeños, y algunos de ellos se usan y se cultivan comercialmente, como *Amygdalolea nana*. (fotografía 4). Se conoce también un tipo semienano del cv Manzanillo, pero en este caso se ha propuesto considerar el enanismo como resultado de una infección por virus (Lavee y Tanne, 1984). Recientemente, se ha conseguido material genético enano debido a cruces efectuados por Fontanazza (comunicación personal) y por nosotros mismos. Sin embargo, la mayoría de estos tipos, hasta la fecha, son letales y no han llegado a la madurez.

El olivo es un árbol polimorfo que tiene una fase juvenil con hojas claramente diferentes de las de la fase adulta (fotografía 5). Este polimorfismo tan sólo es notable en los árboles obtenidos a partir de semillas o cuando los árboles maduros se talan drásticamente por la base del tronco. Los árboles propagados vegetativamente no desarrollan la forma juvenil de la hoja.

Como árbol mediterráneo de clima subtropical seco, está muy adaptado a condiciones ambientales extremas, tales como sequía y elevada temperatura. Aunque requiere suelos aireados, puede adaptarse a muchos otros y es resistente a temperaturas inferiores en algunos grados a los 0 °C. Su tamaño y su potencial para dar fruto están íntimamente relacionados con las condiciones ambientales. En climas fríos, los árboles suelen ser más pequeños que en condiciones de cultivo más cálidas siempre que el agua no sea un factor limitante. Debe observarse que la mayoría de los cultivares de olivos reaccionan bien a unas condiciones favorables de riego y nutrición. Por ello, podrían cultivarse como árboles hortícolas semiintensivos de crecimiento vigoroso y producción relativamente elevada de frutos. El olivo es un árbol con una alternancia para la producción de fruta en distintas condiciones de crecimiento, que necesita una intervención hortícola para reducir o anular esta alternancia, relacionada, a su vez, con el crecimiento anual y con factores metabólicos endógenos. Tanto el vigor, como el crecimiento vegetativo anual y el tamaño del fruto dependen mucho del nivel de producción, de modo que en años con producción elevada el crecimiento de brotes jóvenes está limitado. El olivo requiere intensidades de luz elevadas para la diferenciación de los botones florales y el desarrollo de los brotes, por lo que en la mayoría de los cultivares el fruto se localiza en la superficie de la copa (Tombessi y Cartechini, 1986).

El árbol tiene un potencial morfogenético inusitadamente alto, por lo cual reacciona bien a la poda de formación y de rejuvenecimiento. En cambio, el potencial de reproducción vegetativa varía mucho entre los distintos cultivares. Se conocen cultivares que enraizan muy fácil o muy difícilmente, así como cultivares con potenciales de propagación intermedios (Hartmann y Kester, 1968; Nahlawi y col., 1975; Avidam y Lavee, 1978). A pesar del elevado potencial morfogenético del tejido intacto de las aceitunas de todos los cultivares, el enraizamiento de los retoños talados de algunos cultivares es muy difícil, como también es muy difícil (Rugini, 1993) la regeneración de plantas a partir de los puntos de crecimiento talados o del callo criado *in vitro*. Sólo un tejido verdaderamente joven como un fragmento de cotiledón puede ser fácilmente inducido morfogenéticamente (Canas y Benbadis, 1988). Algunas informaciones dan cuenta de la viabilidad del aislamiento del protoplasto (Adiri, Tesis Msc. Universidad Hebrea de Jerusalén, 1975; Rugini, 1993; Canas y col., 1987). Sin em-

FOTOGRAFÍA 4. Árboles enanos del cv *Amygdalolea nana* (AN) en comparación con árboles de cvs. de tamaño estándar.

FOTOGRAFÍA 5. Olivo joven con hojas juveniles en su parte más baja y hojas de la fase adulta en la copa.

bargo, en la mayoría de los casos no se ha experimentado un proceso morfogenético destacado para el desarrollo de las plantitas.

El olivo florece al final de la primavera (abril-mayo) en el hemisferio norte. Desarrolla abundante número de inflorescencias con 10-35 flores cada una. El número de frutos se sitúa entre 1-3 % y en ocasiones excede a lo necesario para un buen rendimiento de alta calidad. En consecuencia, en algunos años se precisa realizar un aclareo de los frutos. El fruto se desarrolla durante todo el verano y llega a la maduración verde en septiembre y octubre, dependiendo del cultivar y del número de frutos. El cambio de color empieza a continuación, y la maduración completa de la mayoría de los cultivares sólo se alcanza en el invierno.

En la mayoría de los países, y particularmente en los de climas secos, la recolección para la molturación empieza después del comienzo de la estación lluviosa, independientemente del estado de verdadera maduración. Éste es uno de los factores que influyen en la variación anual de la calidad de aceite en las plantaciones tradicionales, ya que según la cantidad de producción pueden recolectarse en diferentes etapas de maduración del fruto.

EL SISTEMA RADICAL Y SU DESARROLLO

Las plántulas de olivo desarrollan un sistema de raíces dominado por una raíz pivotante central. Si una planta joven no se trasplanta, esta raíz pivotante formará el sistema radical principal durante 4-5 años, antes de que se desarrollen las raíces laterales principales. Una vez que se ha trasplantado una plántula, desarrollará un sistema de raíces laterales con independencia de la etapa de desarrollo y de la edad (Hartman y Kester, 1968).

Las plantas propagadas vegetativamente forman desde el principio un sistema de raíces de tipo fascicular. Las plántulas con una sola raíz suelen crecer débilmente y formar un árbol descompensado, que a menudo no consigue desarrollarse para originar un ejemplar adulto normal (fotografía 6).

En los olivos propagados vegetativamente, la raíz empieza desde la región del *cambium* del corte y antes de emerger tiene que superar la barrera de una capa fibrosa prevascular muy lignificada (Beakbane, 1961). Las raíces jóvenes son de color blanquecino y contienen los típicos pelos radicales de los dicotiledones. Al avanzar la lignificación el color de las raíces más viejas se vuelve pardo (Avidam y Lavee, 1978).

La distribución del sistema radical está en función de la textura y, sobre todo, de la aireación del suelo. En suelos aireados, el ángulo que forma el sistema radical con el suelo es relativamente pequeño y las raíces pueden alcanzar una profundidad de 6-7 metros e incluso más. En suelos menos aireados, el ángulo aumenta y la profundidad del sistema radical disminuye. Este sistema radical puede adaptarse también a suelos muy poco aireados, desarrollando una red de raíces muy superficial y extraordinariamente amplia. En suelos cuyo perfil carece de uniformidad, se ha comprobado que el olivo desarrolla sistemas radicales separados, en función de la adecuación y particularmente de la aireación de las capas del suelo. En esos casos, una raíz principal desciende desde un sistema al siguiente.

En los cultivos de regadío el sistema radicular es relativamente poco profundo. La mayor parte de las raíces se concentra en 70-80 cm de profundidad y sólo unas pocas se desarrollan hasta 1,5 metros.

Cada raíz principal está conectada directamente con una de las ramas, creando una relación intersectorial entre esa raíz y una parte específica de la copa. Por tanto, según las condiciones del suelo se podrían desarrollar copas descompensadas. La eliminación de una rama causaría el declive del correspondiente sistema radical y se desarrollarían nuevas raíces vinculadas a una nueva rama.

FOTOGRAFÍA 6. Sistema de raíces de un olivo propagado vegetativamente.

FOTOGRAFÍA 7. Tronco acanalado de un olivo viejo en respuesta al crecimiento de las ramas.

FOTOGRAFÍA 8. Olivo de vivero desarrollado a partir de una sección de madera cortada de la base de un tronco del cv Koronaiki.

FOTOGRAFÍA 9. Esferoblasto típico del tronco de un olivo adulto.

TRONCO Y DESARROLLO DE RAMAS

El tronco del olivo, desde el punto de vista funcional, es un conglomerado de varias secciones independientes. Combina sistemas vasculares independientes que conectan las ramas con sus raíces. Es de diámetro irregular, debido a la reducida velocidad de crecimiento en las zonas de encuentro de los diversos cordones que conectan raíces y ramas. Por ello, su forma cambia dinámicamente según el grado de desarrollo de cada rama. Este crecimiento conduce a los típicos troncos con estrías o acanalados que muestran los viejos olivos (fotografía 7).

La base del tronco suele ensancharse cuando los árboles van madurando (10-15 años), dependiendo de las condiciones de crecimiento y del cultivar. Este ensanchamiento contiene la región del cuello de la raíz, que en el olivo es muy corta, y en muchos casos puede verse el comienzo de las raíces principales sobre la superficie del suelo. El ensanchamiento de los troncos bajos de árboles autoenraizados procedentes de talas es bastante más pequeño que el de los injertados, ya sea en plantas de semillero o en rizomas vegetativos. Puede ser insignificante en algunos cultivares, particularmente en terrenos de regadío.

En árboles injertados de secano, la base puede tener un diámetro hasta cinco veces mayor que el del tronco principal, sobre todo cuando patrón e injerto no son totalmente compatibles. La zona inferior del tronco del olivo tiene un potencial morfogenético extraordinariamente elevado y se ha usado para conseguir estacas en la propagación en masa de algunos cultivares, p. ej. Koronaiki en Grecia (fotografía 8) y Chemlali en Túnez. En la mayoría de los cultivares, el tronco produce esferoblastos, que son partes abultadas con un elevado potencial morfogenético. En el pasado, estas partes, sobre todo las que contenían un chupón en desarrollo, se cortaban y se usaban para la propagación de los olivos. Los cortes, a su vez, provocan el desarrollo de nuevos esferoblastos, que, en algunos casos, pueden llegar a tener considerable tamaño y alcanzar un diámetro de 30 cm (fotografía 9).

La corteza y madera del tronco de olivo es muy diferente en árboles de regadío y de secano. En secano, el tronco desarrolla una capa bastante suberosa, en tanto que en árboles de regadío la corteza es delgada y con frecuencia los tejidos son activos hasta la superficie y las células contienen pequeñas cantidades de clorofila. Los elementos de xilema son delgados y desarrollan tilosis si se dañan (Fahn, 1975). La aplicación de ácido giberélico produce un considerable ensanchamiento de su diámetro (Badr y col., 1970a). El xilema secundario muerto –la madera– en los árboles no regados es compacto y duro, con algunos depósitos fenólicos pardos. La madera de los árboles regados es blanca y relativamente blanda. Su lignificación en los cultivares de crecimiento rápido, p. ej. el cv Barnea, es lenta, en particular en el cuello de la raíz, y los árboles jóvenes regados tienden a romperse por esta zona cuando hay vientos fuertes. La mayoría de los cultivares resisten condiciones ventosas aunque algunos, como Leccino, son más sensibles, se curvan y crecen inclinados en la dirección del viento (fotografía 10).

El ángulo de ramificación de los brotes del tronco depende de los cultivares. El nivel de elasticidad de las ramas es variable. Las ramas de algunos cultivares tienden a curvarse debido una gran carga de frutos (cv Manzanillo, Koronaiki y Chemlali), mientras que las de otros pueden romperse por el ángulo (cv Amphisa). El leño interior de los troncos de los árboles viejos frecuentemente desaparece por descomposición y el árbol se queda hueco (fotografía 11). Esto no afecta al crecimiento anual ni a la productividad del árbol, pero puede favorecer su rotura. En tales casos se desarrollan troncos nuevos desde la base del viejo y pueden surgir 2-3 árboles en el mismo lugar del original. En muchos países olivareros, los troncos huecos se rellenan con piedras o cemento para reducir al mínimo las roturas. Esta descomposición interna y la rotura de los árboles viejos

es la explicación del número relativamente pequeño de árboles históricos (de 200 a 300 años de antigüedad) que continúan con su tronco original. Por todo ello, es muy difícil determinar en muchos casos la edad de esos árboles viejos, ya que carecen de la madera interna original. Por otra parte, las heridas grandes debidas a la eliminación de ramas durante la poda no necesitan, en la mayoría de los casos, ningún tratamiento curativo porque la tilosis cierra rápidamente el tejido lesionado. La sequedad penetra raramente en la rama, antes de que nuevas yemas latentes se desarrollen y den lugar a nuevos brotes que controlen la viabilidad del tejido alrededor de la zona lesionada.

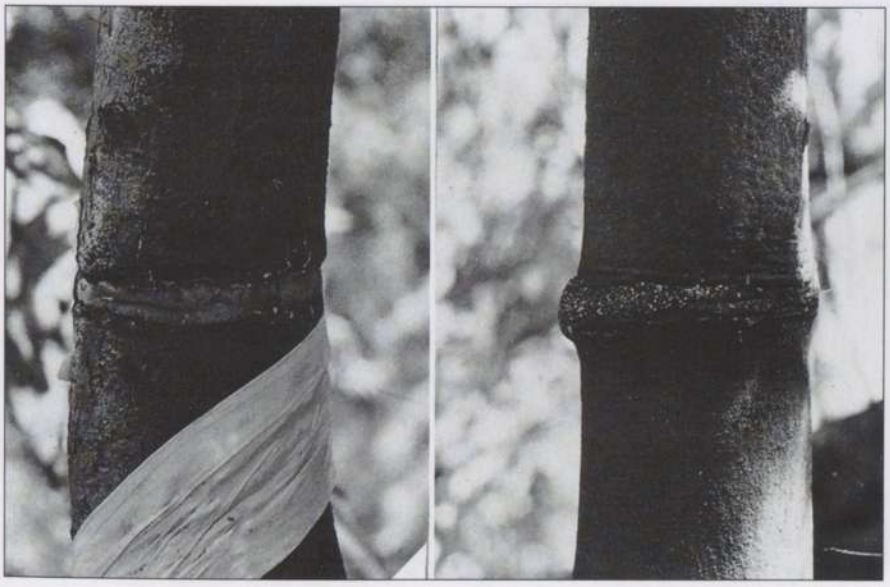
La formación de callos en las zonas lesionadas es muy pequeña en condiciones naturales, por lo que se ha desarrollado un vendaje especial de heridas para favorecer tal formación (Lavee, 1963). Al aplicar técnicas de anillado para controlar la fructificación, el área anillada ha de cerrarse bien para mantener alta la humedad en la zona lesionada, lo cual favorece la formación de un callo rápido y rico (fotografía 12).

En cualquier zona de tronco o rama expuesta a la luz durante unas pocas semanas en primavera o verano, surgirán nuevos brotes a partir de las yemas latentes o recién diferenciadas en la zona expuesta. No obstante, la sobreexposición a la radiación directa podría causar quemaduras solares y chancros. Por consiguiente, aunque el olivo está adaptado a las condiciones de temperatura, luz y sequedad elevadas del clima subtropical, es esencial dar a los árboles una lechada de cal después de una poda drástica de rejuvenecimiento (fotografía 13).

En la mayoría de los cultivares, las ramas jóvenes son verdes cuando empiezan a salir las yemas. La forma del brote justo por debajo del punto de crecimiento es cuadrangular. Unos 2-3 cm por debajo del ápice, el brote se redondea. En el brote cuadrado muy joven se halla un cordón lignificado de fibras perivasculares en cada ángulo, que se estiran más abajo en el brote para formar una capa lignificada concéntrica. La velocidad de crecimiento y la maduración del brote dependen tanto del cultivar como de las condiciones ambientales. La rama más fuerte completamente desarrollada se convertirá en rama principal, por competencia natural o por selección hortícola. Las ramas principales son muy similares al tronco y tienen también un potencial similar para desarrollar yemas latentes cuando se cortan o se exponen a la luz. Por otra parte, no suelen desarrollarse esferoblastos en las ramas, a menos que se originen muy abajo en el tronco. El potencial de formación de raíces en las secciones cogidas del tronco y las ramas superiores es considerablemente menor que en el de la parte in-

FOTOGRAFÍA 10. Efecto del viento en una plantación de olivos del cv Leccino.

FOTOGRAFÍA 11. Tronco hueco de un olivo viejo con crecimiento anual normal.



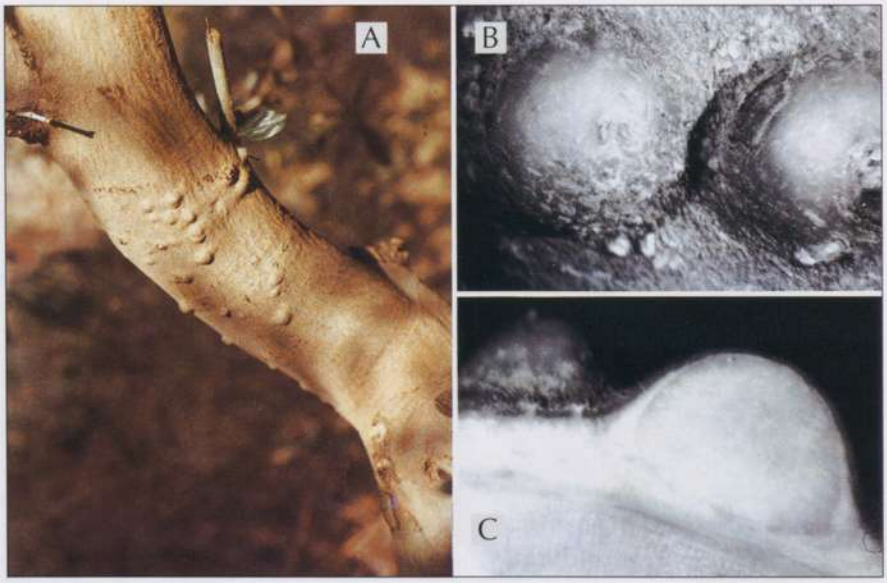
FOTOGRAFÍA 12. Callo formado en un área anillada cubierta con una banda de polietileno. Izda.: en ramas adultas; dcha.: en ramas jóvenes vigorosas.

FOTOGRAFÍA 13. Lechada de cal para protección de las quemaduras solares después de una poda drástica de un olivo del cv Manzanillo para renovar la copa.

ferior del tronco. En algunos cultivares se pueden encontrar microesferoblastos en los brotes de 2-5 años, ramas principales y troncos. Cuando se encuentran en grupos por debajo de los ángulos de las ramas, revelan una infección por virus (fotografía 14). En algunos cultivares, como el Manzanillo, causan también enanismo, debido principalmente a unas ramas bastante blandas que se curvan hacia abajo incluso después de la lignificación. La corteza de las ramas jóvenes suele ser delgada y desarrolla un color gris-verde típico de diferentes grupos de cultivares. Las yemas de los brotes se disponen por pares en planos alternados a lo largo del brote.

ANATOMÍA Y FUNCIÓN DE LA HOJA

Las hojas de olivo tienen un desarrollo foliar polimórfico. Las de las formas juveniles son pequeñas, redondas o ligeramente alargadas, suculentas, con un contenido elevado de clorofila que les da un color verde oscuro. En la mayoría de los casos son muy densas y desarrollan un área verde compacta (fotografía 15). La duración de su vida es similar e incluso mayor que la de las hojas de los árboles maduros y depende de la misma duración de la fase juvenil y de la velo-



FOTOGRAFÍA 14. Microesferoblasto en ramas de un árbol enano del cv Manzanillo infectado por el virus Spherosis (A. grupo, B. superficie, C. sección).

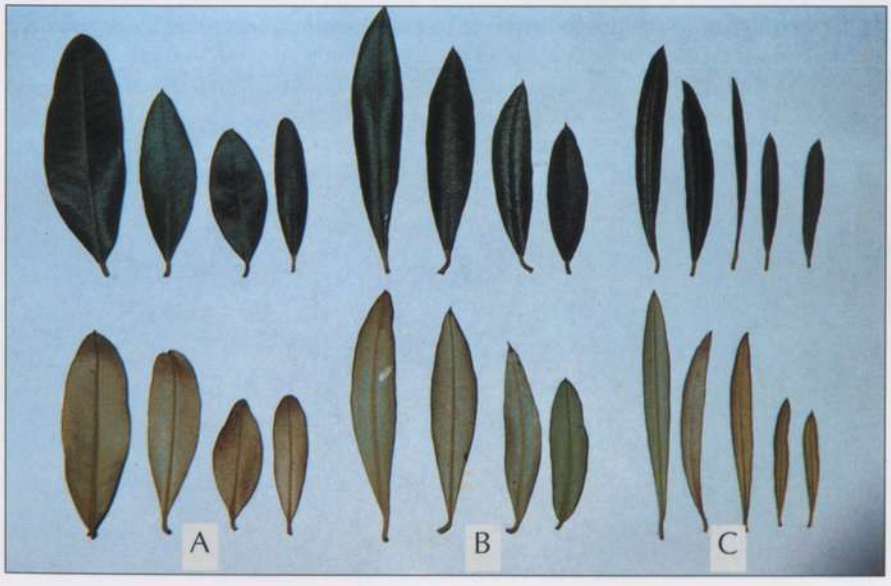
cidad general de desarrollo de la planta. Las hojas de los chupones vigorosos que emergen de la base del árbol son muy similares por su forma a las juveniles, pero menos suculentas, y en muchos casos tienen la capacidad de crecer hasta un tamaño mayor. La transición de la forma de hoja juvenil a la adulta es gradual, por lo que se encuentran muchas formas intermedias en esta etapa.

La hoja adulta del olivo suele ser fusiforme alargada. Algunas estrechas y alargadas se las conoce como Lancifolia. Existen también formas anchas, típicas de algunos cultivares, de los que el más conocido es el cv Kalamata. Tanto en Grecia como en el Mediterráneo oriental hay algunos cultivares con hojas más redondeadas (fotografía 16). Sus hojas suelen diferenciarse también por el color, que tiende al grisáceo, como sucede en los cultivares Shami y Hallili. En nuestros trabajos de reproducción hemos encontrado en muchos casos una relación entre la forma de la hoja y el fruto, sin que se haya podido demostrar una relación genética basada en una muestra estadística.

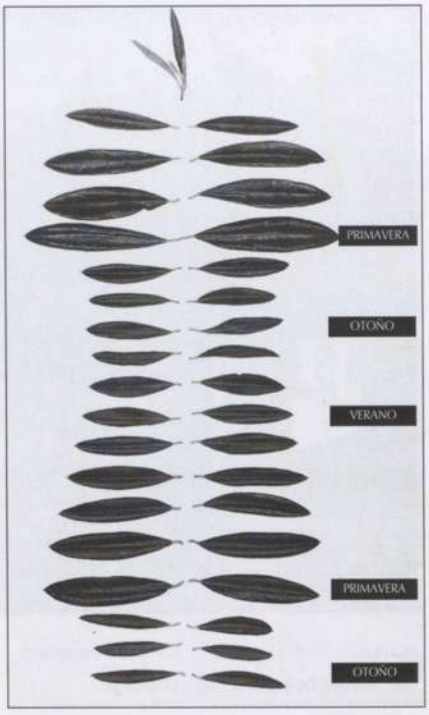
Por término medio, la hoja de olivo tiene 5-6 cm de longitud y 1-1,5 cm de anchura en su parte media. Tanto la forma como el tamaño y características de la hoja de cada cultivar pueden diferir significativamente entre sí, si bien las principales características son similares en la mayoría de las variedades. Los márgenes son lisos y hay solamente un corto pedúnculo. El tamaño de las hojas de muchos cultivares varía considerablemente en función de la edad, vigor y condiciones ambientales de la planta. Además parece que hay un cambio secuencial del tamaño de la hoja en el brote anual durante la estación de crecimiento (fotografía 17). El primer par de hojas en desarrollarse a partir de la yema en primavera suele ser más pequeño que el promedio. La mayoría de los pares de hojas que se desarrollan después durante la brotación de la primavera son mayores que el promedio y su superficie es más grande. Con la reducción del vigor vegetativo en el verano, las hojas recién formadas tienden también a hacerse gradualmente más pequeñas. En el otoño, sobre todo en los climas en que hay un segundo período acusado de crecimiento, el tamaño de las hojas en desarrollo aumenta de nuevo.

Las hojas tienen un nervio central que en la mayoría de los cultivares sobresale en el envés. En el haz de la hoja, el nervio central puede sobresalir o estar hundido en la superficie, con todas las formas intermedias. En la mayoría de los cultivares, las hojas son algo cóncavas a lo largo del eje estrecho en el envés. Con frecuencia, se advierten una curvatura y enrollamiento ligeros a lo largo del eje principal.

FOTOGRAFÍA 15. Planta, joven de semillero con densas hojas juveniles pequeñas y suculentas.



FOTOGRAFÍA 16. Típicas formas de hojas de diferentes cultivares: A. anchura, B. vástago, C. grupos tipo de hojas estrechas.



FOTOGRAFÍA 17. Desarrollo de la hoja durante el crecimiento del brote de un cv Manzanillo en un olivar de regadío de California.

Los nervios secundarios suelen formar un ángulo de 45° respecto del central y están poco marcados por el haz. Los nervios laterales suelen estar conectados cerca del borde con un sistema de nervios circulares que rodea toda la hoja cerca de los bordes.

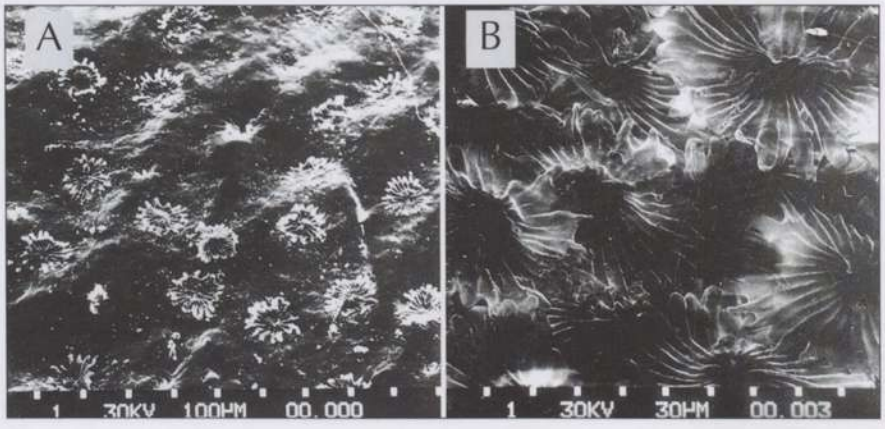
La hoja es de color verde oscuro y brillante por el haz, debido a una cutícula cérea segregada por las células epidérmicas que cubre la zona. Las células epidérmicas del haz son uniformes y tienen una pared celular bastante gruesa.

Además de la capa cérea, algunas células epidérmicas desarrollan en el haz de las hojas unas placas multicelulares que, normalmente, tienen un tallo bicelular y una cubierta de hasta 32 células radiales (fotografía 18A). Estas células suelen tener el borde algo doblado hacia abajo; son transparentes y no contienen clorofila, pero tienen un número relativamente grande de orgánulos en el citoplasma. Las placas del haz están distribuidas por toda la superficie y no se superponen. Una vez rotas, después de la descompartimentación, presentan una elevada actividad de peroxidasa. Se ha indicado que su función puede ser la de proteger las hojas del olivo frente a las plagas y enfermedades (Siegal y Lavee, no publicado). Las placas foliares iniciales están ya formadas en la fase primordial de las hojas (fotografía 19), pero se pueden formar otras nuevas en las hojas maduras, sobre todo en sustitución de las dañadas o rotas.

La epidermis del haz carece de estomas. Debajo de ella hay 2-3 capas de células en empalizada, que contienen gran número de cloroplastos con alto contenido en clorofila. Debajo de estas capas se encuentra una red de pequeños nervios y una distribución de escleroides que dan rigidez a la hoja del olivo (Fahn, 1975). Bajo los nervios y escleroides se halla el tejido esponjoso con grandes células amorfas. La epidermis del envés contiene tanto estomas como un número muy elevado de placas foliares que se superponen entre sí (fotografía 18B). Estas placas forman una cubierta de 3-4 capas sobre los estomas y crean a su alrededor una atmósfera separada del medio ambiente (Moretini, 1972). Por consiguiente, funcionan como uno de los mecanismos que posee el olivo para superar condiciones de sequedad extrema, al crear un microclima favorable alrededor de los estomas, con independencia de las condiciones ambientales que existan. Los placas foliares del envés son mayores que las del haz, no poseen muchos orgánulos y tienen sólo una débil actividad peroxidativa cuando se rompen. Las multicapas de estas placas foliares son responsables del color plateado del envés.

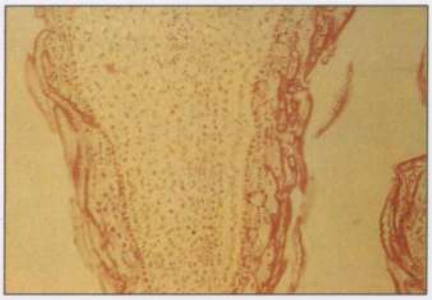
El número de placas foliares del haz está predeterminado genéticamente y, por tanto, es típico de cada cultivar (Ruby, 1917). Los estomas de las hojas de olivo se desarrollan relativamente tarde en la ontogénesis foliar y sólo comienzan a ser aparentes cuando la hoja alcanza un 20-25 % de su tamaño final.

Las hojas de olivo pueden alcanzar 3 años de vida, pero la mayoría se caen al segundo año, durante la nueva brotación o cuando quedan a la sombra. Su caída



FOTOGRAFÍA 18A. Placas foliares en el haz de las hojas de un olivo.
FOTOGRAFÍA 18B. Densa distribución de las placas en el envés de las hojas.

se activa por una capa de abscisión, presente al final del peciolo. Debido a su medio ambiente autónomo, las hojas separadas del árbol permanecen activas durante muchas horas, manteniendo una respiración constante (Lavee y Martin, 1981). La muerte de las hojas separadas se produce después de unas 20 horas y se mide por el cambio en la producción de CO_2 y la evolución de etileno. El potencial fotosintético de las hojas y su función en el control de la diferenciación de las yemas se tratará en otro lugar. Sólo en condiciones muy duras, la hoja de olivo muestra deficiencias nutritivas y síntomas de carencias. La manifestación más común en esas condiciones es la pérdida del color verde oscuro. En situaciones de grave déficit de agua puede observarse un amarilleo parcial y una mayor caída de hojas en parte del árbol debido al sistema radical sectorial.
Las hojas son muy sensibles a la limitación de la luz y en estas condiciones caerán. El índice fotosintético entre hojas con luz y a la sombra es muy grande (Bongi y col., 1989). Como resultado, la eficacia de la hoja interna del olivo es muy baja desde el punto de vista fotosintético. Por otra parte, unas condiciones ambientales extremas, como temperaturas elevadas, o bajas, son causa de deficiencias en el desarrollo acompañadas de una clara disminución de la actividad del aparato fotosintético (Bongi y Lang, 1987). Además, hay que mencionar que la crianza in vitro requiere poquísima cantidad, intensidad y duración de luz, a fin de provocar una rápida e intensa biosíntesis de la clorofila (Lavee y Messer, 1969).



FOTOGRAFÍA 19. Desarrollo de las placas foliares en la fase primordial de las hojas, todavía partiendo del cono central de la yema.

BIOLOGÍA DE LA DIFERENCIACIÓN DE YEMAS, FLORACIÓN Y CUAJADO

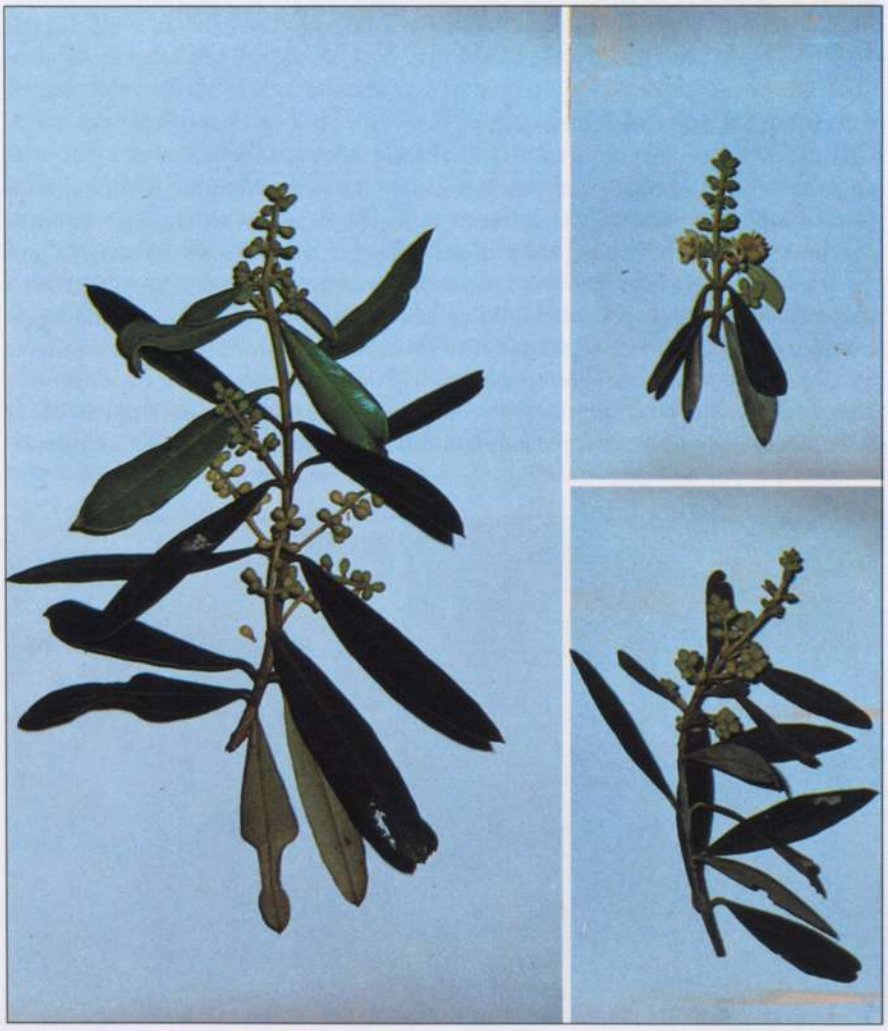
CONDICIONES Y CALENDARIO DEL DESARROLLO REPRODUCTIVO DE LAS YEMAS

La iniciación, diferenciación y desarrollo de las yemas florales suele considerarse un proceso continuo y relativamente corto, dependiente del historial productivo y de las condiciones ambientales del árbol. La floración del olivo se produce en la naturaleza casi exclusivamente en brotes que se desarrollaron vegetativamente en la estación anterior. Las yemas que se han mantenido latentes durante la primavera siguiente a su desarrollo no producen inflorescencias en condiciones normales de crecimiento. Pueden brotar, y con frecuencia lo hacen, pero sólo producen brotes vegetativos. Se conocen muy pocos casos (Fontanazza, comunicación personal) en los que se hayan desarrollado inflorescencias a partir de yemas en ramas de dos o tres años (fotografía 20).

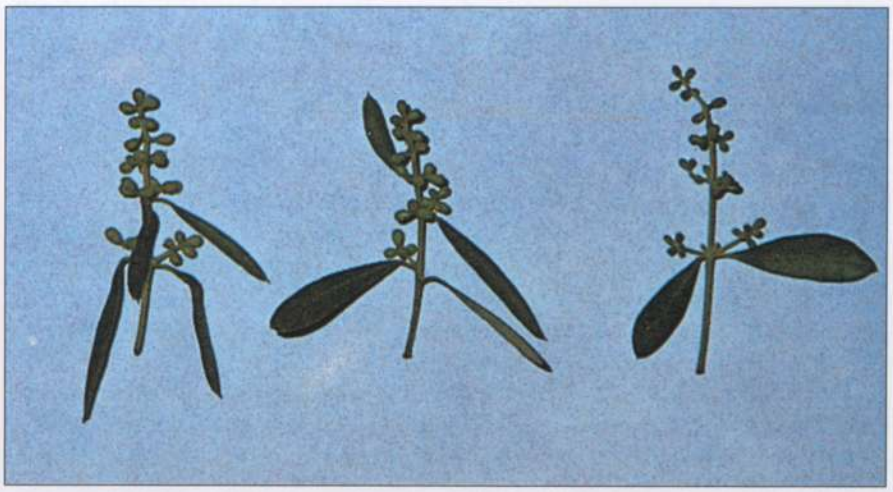
FOTOGRAFÍA 20. Inflorescencias en ramas de dos (izda.) y tres (dcha.) años en Perugia (Italia).

Antes se aceptaba que sólo las yemas desarrolladas durante el crecimiento de primavera y verano podían diferenciarse y florecer en la siguiente primavera. Las yemas de la parte distal de los brotes desarrollados en otoño suelen carecer de flores. No obstante, esta situación parece darse únicamente en regiones más frescas, donde el crecimiento otoñal es tardío y breve y, a menudo, no se lignifica por completo antes de la primavera. En climas más cálidos, sobre todo en los años siguientes a un invierno relativamente frío, se observa que también se desarrollan inflorescencias a partir de yemas en el crecimiento otoñal, e incluso a partir de la yema más distal o ápice del brote (fotografía 21). No obstante, el florecimiento en el ápex es raro, aun cuando no se dé el crecimiento otoñal y tiene lugar tan sólo en condiciones ambientales específicas excepcionalmente inductivas. Éste es el caso, en especial, en algunos años, del cultivar Chemlali de Sfax (Trigui, comunicación personal).

En contraposición con la mayoría de las demás especies frutales leñosas, las yemas de olivo no tienen escamas y todas las hojitas de las yemas, incluidas las más externas, son primordios foliares que se convertirán en hojas normales a menos que se produzca la diferenciación de una inflorescencia. Cuando tiene lugar la inducción y diferenciación de una inflorescencia normal, los primordios foliares detienen su desarrollo normal y se transforman en brácteas en los puntos principales de ramificación a lo largo de la inflorescencia. Las brácteas se separan durante el desarrollo de la inflorescencia. La supresión prematura de la conversión de los primordios foliares en yemas diferenciadas es a veces



FOTOGRAFÍA 21. Desarrollo de inflorescencias de las yemas apicales en el crecimiento otoñal después de un invierno frío en climas cálidos.



FOTOGRAFÍA 22. Inflorescencias con diversas hojas en el raquis.

incompleta y pueden verse varios grados de desarrollo foliar en diversas localizaciones dentro o en la base de una inflorescencia (fotografía 22).

El desarrollo inicial de las yemas del olivo en la axila de las hojas en crecimiento alcanza en la mayoría de los casos 4-6 pares de primordios foliares una vez que la hoja en desarrollo próxima a la yema llega a su tamaño final. El primordio foliar se forma por un desarrollo lateral de tres capas de células madres en la parte central del cono de la yema (figura 2). Seguidamente, la yema queda en un estado «de reposo», con muy poco desarrollo ulterior visible hasta comienzos de la siguiente primavera. Los primordios foliares de la yema se disponen por pares. Cada par está situado en un plano distinto. Los primordios foliares de cada plano son opuestos entre sí. Los diferentes pares de primordios están dispuestos en ángulo de 90° entre sí, de modo que cada segundo par se desarrolla exactamente encima de otro. El cono del centro de la yema se mantiene inalterado hasta que comienza un ulterior desarrollo vegetativo o reproductivo en la siguiente primavera. Esta disposición alternante de los primordios foliares es típica de toda la *Olea europaea*. El ángulo de 90° entre las hojas sigue siendo válido para las disposiciones de las flores en la inflorescencia.

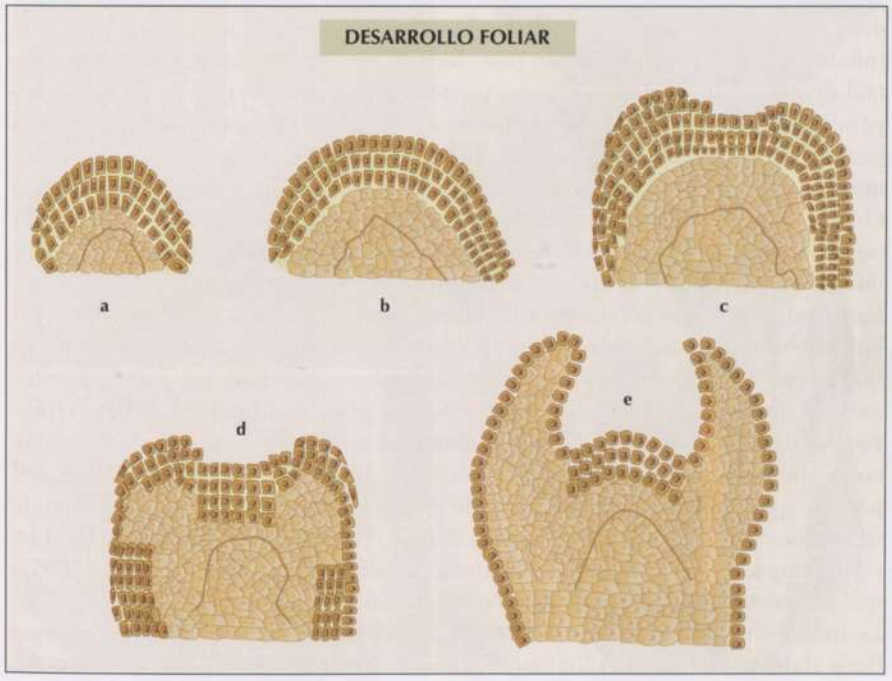


FIGURA 2. Desarrollo del primordio foliar (fases a-e) en la parte central del cono de las yemas de olivo (según Troncoso, 1966).

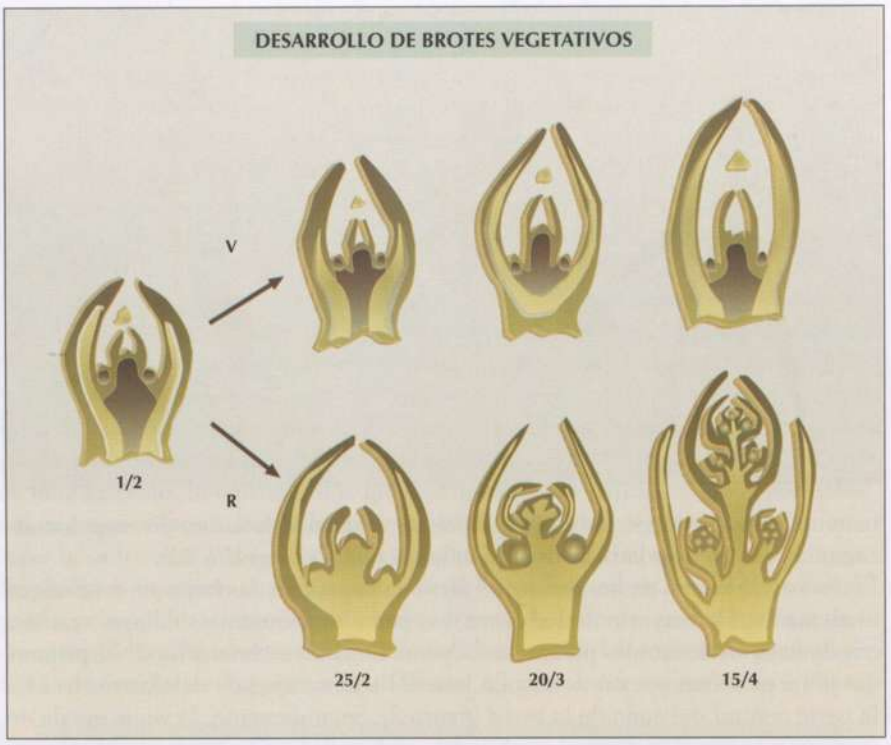
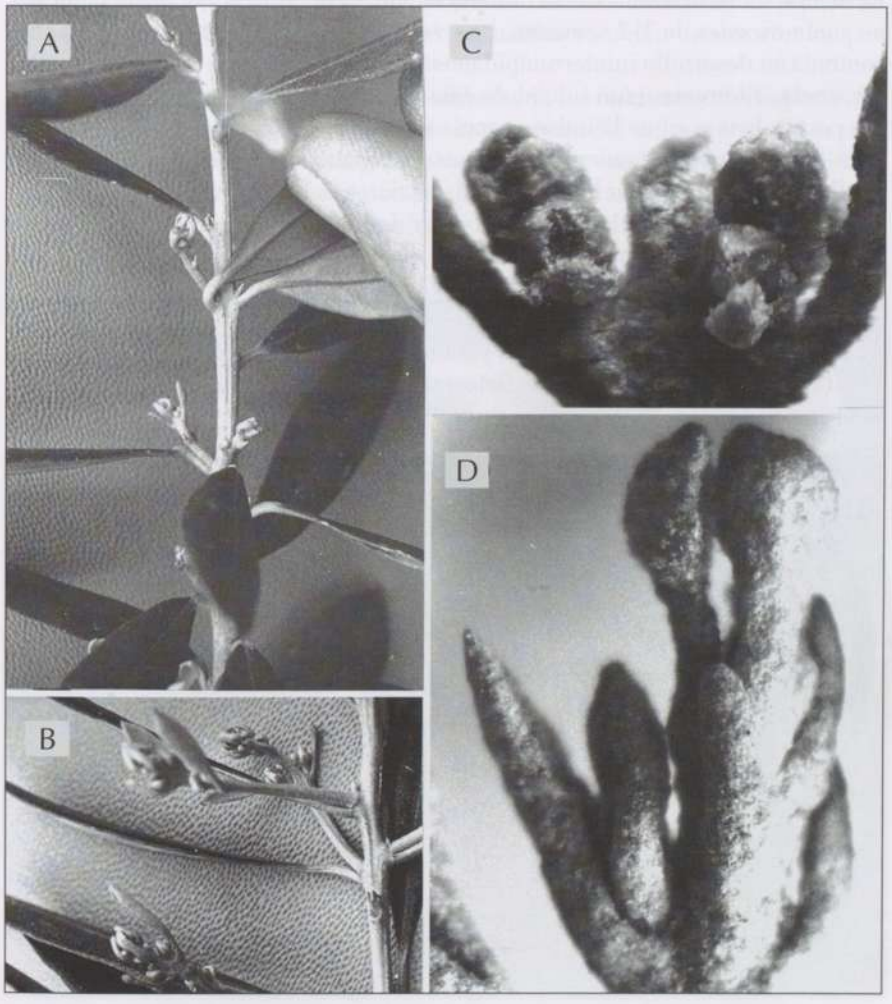


FIGURA 3. Desarrollo de brotes vegetativos (V) y reproductivos (R) en invierno y primavera (1 febrero-15 abril), mostrando la situación del primordio foliar y floral.

Las diferencias morfológicas entre yemas vegetativas y reproductivas se perciben endógenamente ya en el otoño (Pinney y Polito, 1990), pero visualmente sólo a fines del invierno o principios de la primavera, cuando se inicia el desarrollo activo de las yemas antes del principal período anual de crecimiento. Los cambios en las yemas durante el proceso de diferenciación han sido descritos por muchos investigadores (King, 1938; Troncoso, 1966, 1967; Hachett y Hartmann, 1963, 1964). La diferenciación comienza con el ensanchamiento del cono central en las yemas y continúa con la redisposición de las capas celulares subyacentes. El tejido embrionario inicial del punto de crecimiento suele diferenciarse en tres flores reinas. Las yemas secundarias axilares de varios primordios se convierten en los inicios florales inferiores en los lados más bajos de la inflorescencia (figura 3). En esa fase, los primordios foliares pierden su potencial de desarrollo posterior y se convierten en brácteas. Dentro de cada flor, los pétalos son lo primero en desarrollarse y poco después (aproximadamente una semana) se diferencian los sépalos. El estambre se inicia unas 3 semanas más tarde y el pistilo es el último órgano en desarrollarse pocos días después. Todo el proceso de diferenciación de la inflorescencia tarda unas 4-5 semanas. El posterior desarrollo de la inflorescencia debe considerarse un proceso de crecimiento de los órganos florales ya existentes.

Las condiciones que conducen a la diferenciación de yemas en el olivo y su calendario no están totalmente claras. Hasta hace poco se aceptaba en general que la diferenciación de las yemas florales se produce a mediados del invierno, durante el crecimiento vegetativo de la estación anterior (Morettini, 1938; A. Wigodsky de Philippis, 1937). Esto lo demuestran experimentos de desfoliación con y sin anillado (Hartmann 1951, Morettini, 1951) que señalan que durante el período que transcurre de mediados de enero a mediados de febrero es cuando se produce la diferenciación de yemas florales. Además, se ha señalado (Hackett y Hartmann, 1963, 1964, 1967; Hartmann, 1953; Hartmann y Porlingis, 1957) que se necesita frío para la inducción y desarrollo del proceso de diferenciación. La inducción que causa un cambio químico en las células inicia el proceso que lleva al desarrollo floral. A los cambios anatómicos que caracterizan el desarrollo

floral se les atribuye la evocación o iniciación, mientras que al comienzo de la formación de los órganos florales visibles específicos se les atribuye la diferenciación. Tanto el momento de inducción floral como la necesidad directa de frío habían sido previamente cuestionados por Lavee, ya que la defoliación prematura en septiembre a veces no impide la diferenciación. Además, en algunas regiones cálidas, con un número poco elevado de horas de frío, se han registrado rendimientos máximos en la producción. Esto ha sido recientemente apoyado por el trabajo de Fernández Escobar y col. (1992) y tambien por Rallo y Martin (1991), que sostienen que la inducción tiene lugar en julio. Todavía más, Pinney y Polito (1990) han demostrado que los cambios citoquímicos se producen en las yemas ya en el otoño, llegando en algunos casos la diferenciación en octubre y noviembre. Recientemente se ha sugerido (Rallo y Martín, 1991) que la necesidad de frío para la floración del olivo es independiente del proceso de inducción y diferenciación de las flores. Se afirma que el frío es necesario para que la yema floral supere el letargo invernal. Del análisis a largo plazo de las condiciones climáticas en Israel en relación con la fructificación concluimos que la inducción de la diferenciación de yemas florales se produce ya a mediados del verano (Lavee, en preparación). Al parecer, incluso en regiones frías, la inducción depende de la historia de fructificación y crecimiento del árbol. Sin embargo, esta inducción inicial sólo se expresará si se producen las condiciones invernales adecuadas. Hemos demostrado (Lavee y Harshemesh, 1986) que, en condiciones fuertemente inductivas de crecimiento estival controlado y frío invernal, la diferenciación puede iniciar su expresión incluso en plantas semijuveniles (fotografía 23). No



FOTOGRAFÍA 23. Diferenciación incompleta de las yemas florales en plantas semijuveniles en condiciones fuertemente inductivas.
A. Brote con inflorescencia inicial anormal.
B. Inflorescencias juveniles alargadas.
C. Yemas florales anormales.
D. Inflorescencias alargadas con tejido floral sin desarrollo.

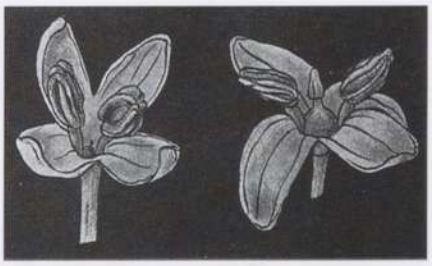
obstante, sólo raramente alcanzará el desarrollo final de las flores normales, dado el estado parcialmente juvenil de las plantas. En un trabajo anterior, Hartmann y Whisler (1975) han demostrado que es posible inducir la diferenciación de las yemas en plantas de olivo jóvenes durante la mayor parte del año, si se desarrollan artificialmente condiciones ambientales adecuadas. Con todo esto se está proponiendo una teoría de la diferenciación de las yemas florales del olivo en dos etapas. Según esta teoría, se supone que las yemas reciben una inducción inicial en el verano, mientras que se requiere un segundo estímulo en el invierno. El proceso sólo tendrá lugar si las condiciones inductivas prevalecen en ambas estaciones. En condiciones naturales, el fruto nace en brotes que se habían desarrollado en la estación anterior, por lo que las yemas reciben su impulso inicial para la diferenciación reproductiva potencial durante el crecimiento activo del árbol. Este crecimiento y la sensibilidad al impulso de inducción dependen de factores endógenos determinados por las condiciones de desarrollo del árbol y su historia de fructificación presente y pasada. Por otra parte, la expresión de la diferenciación que conduce al desarrollo de las yemas florales depende sobre todo de las condiciones ambientales, tales como el frío y las fluctuaciones día/noche de temperatura durante el invierno. De estas relaciones nos ocupamos más adelante.

DESARROLLO DE LA INFLORESCENCIA

El desarrollo de la inflorescencia en la yema es bastante uniforme. La mayoría de las flores se diferencian después de un corto período de tiempo (King, 1938). El tiempo transcurrido desde la diferenciación de la primera flor hasta la última no suele exceder de 1-2 semanas. Una vez iniciada la diferenciación, la yema continúa su desarrollo ininterrumpidamente hasta que se abre y emerge la inflorescencia. El crecimiento inicial de ésta es uniforme y simultáneo para todas sus partes. Una vez que la inflorescencia está formada y alcanza una longitud de unos 2 cm, el raquis comienza a alargarse rápidamente. Cuando la inflorescencia llega a unos 2/3 de su longitud total, las flores individuales comienzan a crecer. El tamaño final de la inflorescencia y de las flores se alcanza justamente antes de la floración, entre mediados de abril y mediados de mayo, según las condiciones ambientales y el cultivar. El color de la inflorescencia en crecimiento es verde y la clorofila desaparece de los pétalos sólo un poco antes de la apertura de la flor. En esa fase, los pétalos de la flor del olivo de la mayoría de los cultivares se vuelven blancos (fotografía 24). En pocos casos, siguen siendo verdosos por el envés hasta su apertura real.

FOTOGRAFÍA 24. Secuencia de floración de inflorescencias del cv *Barnea*.

El número total de flores de las inflorescencias, su distribución en el raquis y la longitud de la inflorescencia están determinados genéticamente y, por tanto, son específicos de cada cultivar. No obstante, los tres caracteres citados presentan fuertes diferencias dentro del mismo árbol. Las inflorescencias de los extremos proximal y distal del brote suelen ser más pequeñas y en el extremo proximal también desarrollan menos flores. El tamaño de las inflorescencias y el número de flores varían también de un año a otro, de acuerdo con el estado fisiológico del árbol y con las condiciones climáticas. Las condiciones específicas que favorecen inflorescencias mayores o menores no están aún completamente claras.



FOTOGRAFÍA 26. Flores perfectas abiertas (dcha.) y flores masculinas (izda.).

MORFOLOGÍA DE LA FLOR

La morfología de la flor del olivo es uniforme en toda la especie *Olea europaea*. La flor se compone de cuatro sépalos verdes soldados que forman un cáliz en la base de la flor y cuatro pétalos blancos tambien soldados por la base que se caen al final de la floración. La flor tiene dos estambres, con una antera amarilla grande dividida en dos lóbulos. El ovario está situado en el centro del cáliz y se compone de dos carpelos con dos óvulos cada uno. El estilo es recto, corto y grueso, con un estigma bastante grande cuya forma varía en los diferentes cultivares, presentando en algunos una ligera hendidura en su extremo distal. La longitud del estilo también depende del cultivar. El grano de polen tiene forma de barril, con tres líneas longitudinales. La antera y el polen de todos los cultivares son de color amarillo brillante (fotografía 25).

Las anteras suelen ser grandes y contienen un número abundante de granos de polen. Después de la floración se vuelven pardas y suelen caerse con los pétalos.

Se pueden ver dos tipos de flores en la mayoría de los cultivares: flores perfectas endógenas normales y flores masculinas imperfectas. No se ha registrado la presencia de flores femeninas (fotografía 26). Las flores masculinas se desarrollan debido al aborto del ovario en la fase primordial. Normalmente, se encuentran flores masculinas con diferentes grados de desarrollo del ovario. En casos extremos este último es casi imperceptible, mientras que, por otra parte, se observan

FOTOGRAFÍA 25. Fases de desarrollo floral desde que se abren hasta que se caen los pétalos (A-F).

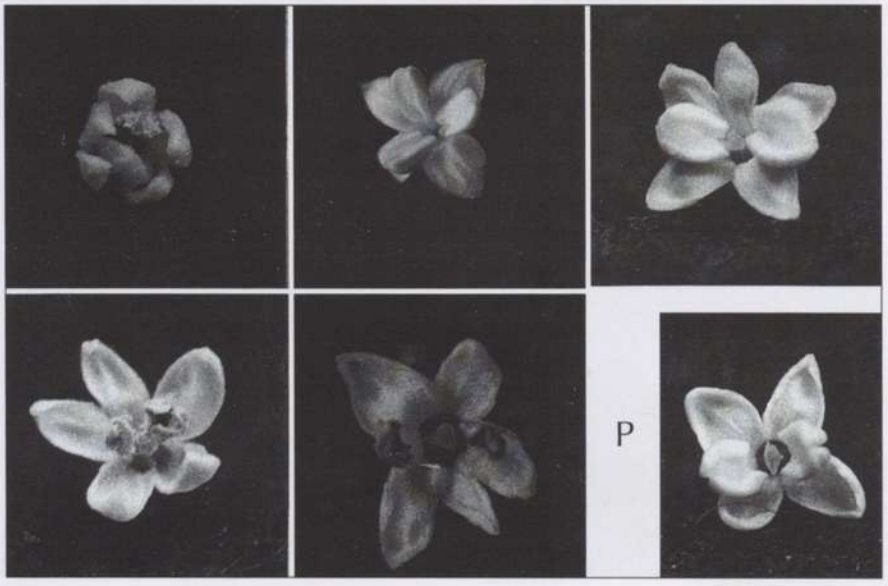
también flores con un ovario grande pero con un estilo o un estigma parcialmente formados. El polen de las flores masculinas es tan viable como el desarrollado en las anteras de flores completas. El porcentaje de flores completas y de flores masculinas está determinado genéticamente y es específico de cada cultivar (Brooks, 1948). El número real de flores masculinas está fuertemente influido por el potencial de desarrollo, debido a la historia de fructificación de cada árbol, así como por las condiciones ambientales. A causa de condiciones favorables inductivas ambientales que se producen después de una gran cosecha, el porcentaje de diferenciación de flores perfectas en cada cultivar disminuye considerablemente (Villemur y col., 1976).

En años con buena floración, el cuajado de un 1-2 % de las flores es suficiente para obtener una buena cosecha. Una flor perfecta por inflorescencia es suficiente para conseguir una cosecha máxima. Por consiguiente, la cantidad de flores masculinas no suele estar en relación con la producción (cuadro 1). En los casos raros de algunos cultivares, como el Ascolano, la población total de flores masculinas es tan elevada en ciertos años que no se produce un cuajado comercial.

CUADRO 1
RELACIÓN ENTRE EL PORCENTAJE DE FLORES PERFECTAS POR INFLORESCENCIA Y FRUCTIFICACIÓN EN 3 CULTIVARES (las inflorescencias de cada cv se han agrupado arbitrariamente de acuerdo con su porcentaje de flores perfectas en los 3 grupos: a, b y c)

	cv Sevillano		cv Souri		cv Manzanillo	
grupo inflorescencias	Flores perfectas (%)	Fructificación (%) inflorescencias	Flores perfectas (%)	Fructificación (%) inflorescencias	Flores perfectas (%)	Fructificación (%) inflorescencias
a	5	12	25	27	35	72
b	20	14	45	26	55	69
c	35	13	65	28	75	71
MSE		4		6		6

Ocasionalmente se ven flores atípicas con un número de partes superior al normal (Lavee, 1985). La anomalía más corriente es la presencia de tres estambres y/o cinco pétalos (fotografía 27). Se han llegado a encontrar flores con seis es-



FOTOGRAFÍA 27. Varias flores con anomalías con un mayor número de anteras en los pétalos (P. Flores perfectas).

tambres y ocho pétalos. Algunos cultivares tienden a desarrollar más flores anormales que otros. Tanto el polen como los óvulos de estas flores suelen ser fértiles. La polinización de las flores del olivo es básicamente anemófila (Morettini y Pulselli, 1953).

La observación de la distribución del polen ha demostrado (Lavee y Datt, 1978) que éste puede ser transportado por el viento a grandes distancias. Se ha detectado una cantidad de polen viable o fértil a más de 7 km de un olivar. No obstante, para una polinización efectiva en el olivar se requiere que al menos un 10 % de árboles sean polinizados para asegurar una buena respuesta comercial. Hay también varios insectos que contribuyen a la polinización, aunque no muy eficazmente. En años con baja floración de otras especies frutales puede verse en los olivos una gran actividad de abejas.

Las condiciones climáticas durante la floración son decisivas para la polinización y el cuajado. Se ha demostrado (Griggs y col., 1975; Fernández Escobar y col., 1983) que el crecimiento del tubo polínico en el ovario se inhibe cuando la temperatura durante la floración supera los 30 °C. En estas condiciones se dará un cuajado escaso o se desarrollará un número considerable de inflorescencias con frutos pequeños partenocárpicos (Bradely, 1961). Normalmente, estos frutos se caerán si hay un cuajado normal en la inflorescencia. Por consiguiente, bajo condiciones de alta temperatura, la polinización cruzada es importante para asegurar un rendimiento comercial de la cosecha, ya que un polen ajeno permite un desarrollo normal del tubo polínico en el estilo, también a esas temperaturas relativamente altas.

Algunos cultivares con fuerte tendencia a producir frutos partenocárpicos retienen dichos frutos en algunos años, incluso en la misma inflorescencia próxima a un fruto normal. Cultivares como Cucco y Sevillano desarrollan algunos frutos pequeños partenocárpicos en la mayoría de los lugares y años. Por el contrario, otros como Manzanillo, Ascolano y Uovo di Piccione lo hacen sólo en años y localizaciones con especiales condiciones climáticas partenocárpicas.

FISIOLOGÍA DE LA POLINIZACIÓN

La capacidad de los cultivares de olivo para cuajar en condiciones de autopolinización está determinada genéticamente (Bradley y Griggs, 1963), pero la expresión genética depende mucho de las condiciones climáticas y de crecimiento. Muchos cultivares considerados autoestériles en un país o región se ha comprobado que son fértiles en otros, y viceversa (Morettini y Benetti, 1942; Morettini y Vallegi, 1940; Gerarduzzi, 1958). Muchos investigadores han demostrado que la polinización cruzada aumenta el cuajado y la producción de la mayoría de los cultivares (Tombesi, 1971; Vidal, 1969). En Israel, Koronaiki es el único cultivar que cuaja tanto por autopolinización como por polinización cruzada. En algunos cultivares, como Lucques, la autoesterilidad es muy acusada, pero incluso en éstos no hay pruebas suficientes de una autoesterilidad totalmente genética o de una alta sensibilidad termal. En ciertos casos, el desarrollo del óvulo puede ser defectuoso incluso en buenas condiciones de polinización cruzada. En tales circunstancias, si bien se producen la polinización y la fertilización, el embrión no se desarrolla, debido a una bolsa anormal, como han demostrado Rallo y cols. (1981) para el cultivar Swanhill. Aunque se han descrito cultivares polinizadores específicos para varios cultivares, parece ser que algunos son especialmente eficaces para una amplia gama de diferentes cultivares. Un potente polinizador con un amplio margen de sensibilidad es el cv Uovo di Piccione, que tanto en Israel como en Estados Unidos (Lavee y Datt, 1978; Griggs y col., 1975) se ha mostrado el más eficaz para los cv Manzanillo, Mission, Ascolano y muchos otros (fotografía 28).

FOTOGRAFÍA 28. Embrión normal y desarrollo del fruto del cv Muhasan (A) y Manzanillo (B) polinizados por el cv Uovo di Piccione.

Para conseguir una buena respuesta a la polinización se necesitan alrededor de un 10 % de árboles polinizadores en una plantación (figura 4). Este porcentaje puede cambiar en función de la topografía de la región, el viento y la temperatura durante la floración. El polen de olivo se distribuye fácilmente, arrastrado por el viento, a distancias de varios kilómetros. Por ello, la dirección del viento dominante durante la floración ha de tenerse en cuenta al diseñar la plantación para determinar el número de árboles polinizadores necesarios y su distribución. Las condiciones climáticas durante la floración son críticas para la posible producción. La lluvia durante la floración reduce al mínimo la distribución del polen por el viento y acorta además su viabilidad.

Los vientos secos del desierto que se producen ocasionalmente durante la floración del olivo en muchas zonas mediterráneas reducen también el potencial productivo. Esto se debe, sobre todo, a los efectos sobre el estigma (desecación), sobre el estilo (inhibición del crecimiento del tubo polínico) y sobre el ovario (aborto del embrión). Los vientos calientes secos pueden causar la interrupción del desarrolllo de los ovarios polinizados, aunque el árbol no sufra déficit hídrico. En condiciones elevadas de calor seco, los ovarios jóvenes, tanto fertilizados

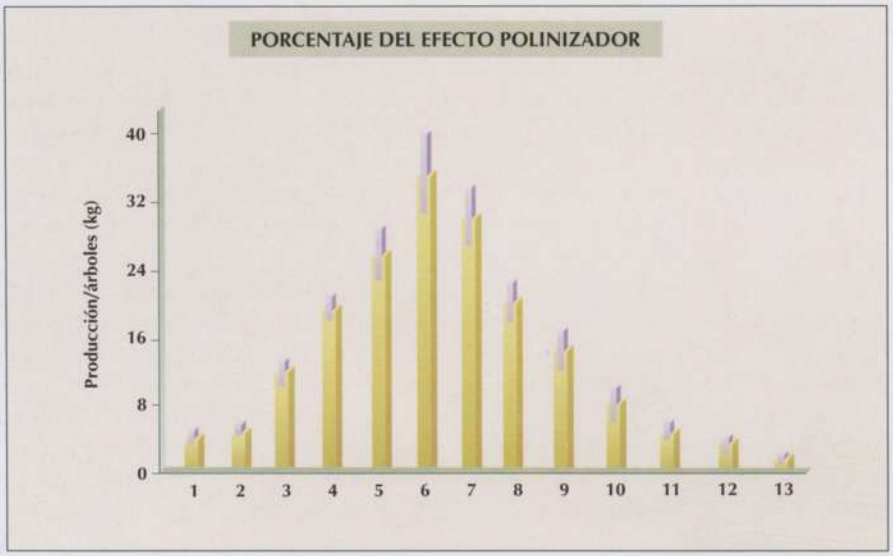


FIGURA 4. Efecto del cv polinizador Uovo di Piccione en un olivar aislado del cv Manzanillo en el sur de Israel.

como no fertilizados, pueden petrificarse y permanecer en el árbol como pequeñas momias negras durante 2-3 meses antes de caerse. Tanto los climas calientes secos como los frescos húmedos durante la floración pueden favorecer un notable aumento del número de frutos partenocárpicos.

MEDIO AMBIENTE Y METABOLISMO

CICLO ANUAL

El desarrollo anual del olivo ha de considerarse, como en todos los árboles, como una parte en el período de vida de la planta. Si las condiciones ambientales se repiten anualmente en un marco global, el desarrollo del árbol durante cada año puede considerarse como un ciclo de desarrollo. Este enfoque cíclico del crecimiento y la fructificación anuales, se basa en la repetición anual de las condiciones ambientales y, paralelamente, en una repetición anual de la fases de desarrollo del propio árbol.

El calendario de las diferentes fases biológicas anuales de cada especie arbórea es el resultado de una selección natural a largo plazo y de una adaptación de la especie a su medio ambiente. El olivo se ha desarrollado en el clima mediterráneo y, por tanto, la secuencia de sus fases de desarrollo se ajusta a sus características. En el hemisferio norte, el crecimiento vegetativo comienza en primavera. Tanto las yemas apicales como un número limitado de las axilares que se desarrollaron en la estación anterior empiezan a crecer. Se necesitan temperaturas por encima de 12 °C para volver a inducir el crecimiento en la primavera. El crecimiento por alargamiento es rápido, sobre todo en las regiones más cálidas. A temperaturas superiores a 30 °C, a mediados del verano, se reduce la velocidad del crecimiento vegetativo. Cuando hay bastante humedad en el suelo, o en condiciones de regadío, se produce un segundo período de crecimiento rápido en otoño, al disminuir las temperaturas diurnas. Por consiguiente, se registran diferentes tipos de curvas de crecimiento de los olivos según las condiciones térmicas del verano. El riego tiene un efecto importante en el grado de inhibición del crecimiento vegetativo. En la mayoría de las regiones, el olivo tiene una curva de crecimiento con un doble pico. El grado de reducción registrado a mediados del verano está en función de la intensidad y duración del período térmico supróptimo y de las condiciones de crecimiento (figura 5). El crecimiento otoñal depende también de

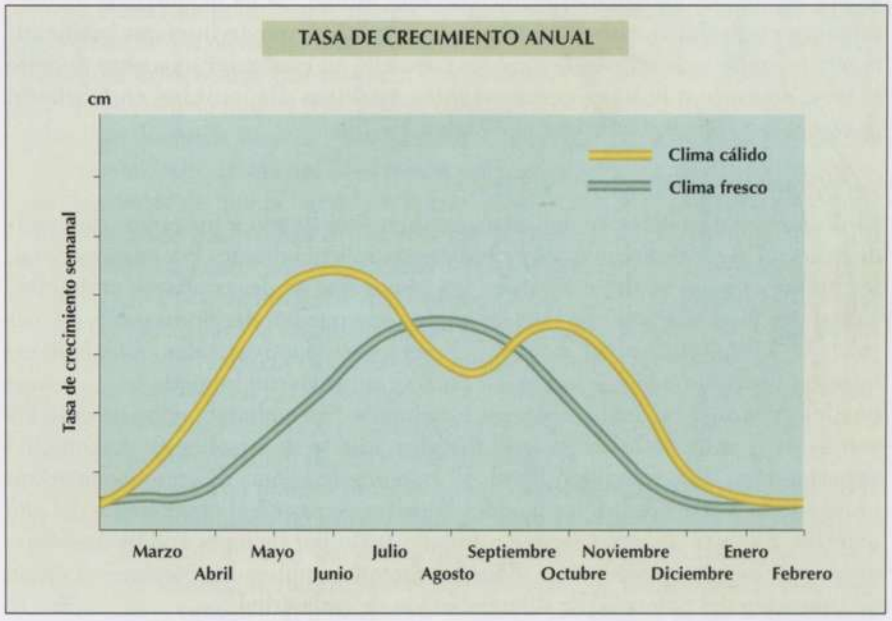


FIGURA 5. Curva anual de crecimiento de yemas de olivo en climas cálidos y frescos.

la duración del período térmico óptimo hasta la disminución de la temperatura a finales de esta estación. El grado de crecimiento depende también bastante de la disponibilidad de agua en el suelo. Este factor se superpone a las condiciones térmicas. Debe observarse que en las regiones situadas más al norte o en altitudes elevadas, con temperaturas veraniegas más frescas, sólo habrá un pico de crecimiento a mediados del verano. En algunos años y regiones puede producirse un crecimiento vegetativo limitado, debido a las condiciones climáticas moderadas típicas de la cuenca mediterránea. En ciertos casos, después de un período cálido a mediados del invierno, puede darse un débil crecimiento vegetativo terminal, de color rojo debido al alto contenido en antocianinas. Puede aparecer también a finales del otoño en caso de caída rápida de la temperatura antes de que el crecimiento de alargamiento terminal se lignifique. En la mayoría de los casos, el color rojizo se pierde en primavera y el crecimiento prosigue normalmente. En casos raros de temperaturas bajas continuas, se atenúa dicho crecimiento.

El tamaño de las hojas está relacionado positivamente con la velocidad de crecimiento. La longitud de los entrenudos en desarrollo muestra una pauta similar durante la estación de crecimiento. El número de yemas que tomará parte en el desarrollo vegetativo anual es limitado y no suele representar más del 5-10 % de las yemas que se desarrollaron durante la estación anterior. En un año de carga, con una buena cosecha, el número y proporción de yemas en desarrollo vegetativo es bajo. Pero incluso en el año de descarga sólo se induce a un número relativamente pequeño de yemas al crecimiento vegetativo. En casos extremos, todas las yemas podrían brotar vegetativamente, pero este fenómeno se debe a condiciones invernales especiales relacionadas con la desdiferenciación de yemas florales inducidas y se tratará más adelante.

Durante la estación de crecimiento activo, pueden germinar también yemas de los brotes de dos y tres años. Sin embargo, esto sólo ocurrirá en las partes muy iluminadas del árbol o debido a una estimulación del crecimiento provocada por la poda.

La pauta general del ciclo de crecimiento vegetativo es similar en todas las condiciones. No obstante, varía cuantitativamente en función de la humedad del suelo, la temperatura, las técnicas de cultivo, etc. La apertura de las yemas vegetativas en la primavera, inducida por la elevación de las temperaturas diurnas y el alargamiento del día, conduce a un nuevo ciclo de crecimiento. No parece existir un desencadenante específico de este último. Se ha demostrado en condiciones controladas que el crecimiento vegetativo puede iniciarse artificialmente creando condiciones favorables para ello en cualquier momento durante el año, siempre que haya yemas viables maduras disponibles en la planta (Lavee, sin publicar, Hartmann y Whisler, 1975).

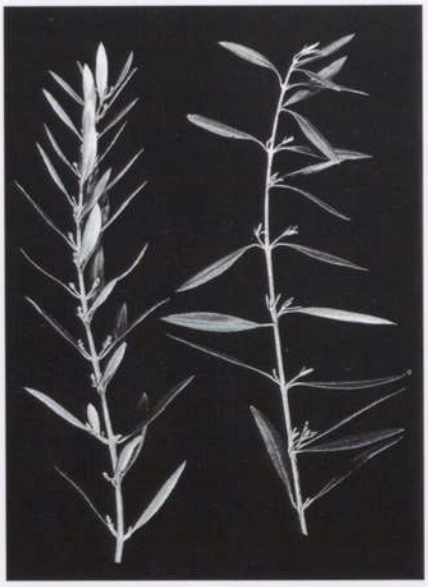
DESARROLLO REPRODUCTIVO

El desarrollo reproductivo del olivo, aunque está ligado a los ciclos de crecimiento y al vigor vegetativo, es parcialmente independiente. Por regla general, las inflorescencias se diferencian en las yemas que se desarrollaron en la estación de crecimiento anterior. Así, las yemas que pueden dar flores pueden tener entre 3 y 11 meses de edad. En condiciones muy inductivas, tales como la lignificación prematura de los brotes en otoño y un invierno húmedo frío, incluso pueden desarrollarse inflorescencias terminales. Sin embargo, normalmente las yemas en la axila de las hojas más distales, que se desarrollaron en otoño, no experimentan diferenciación floral. El número de yemas diferenciadas en un brote puede variar desde 0 hasta el 95 % de las yemas en el crecimiento del año anterior. Se trata de un aspecto controlado tanto por factores endógenos como exógenos. La interacción entre todos los factores implicados conduce al grado de expresión del potencial de diferenciación de cada árbol.

El nivel de diferenciación floral y de desarrollo de inflorescencias influye poco sobre el número de yemas vegetativas en desarrollo, pero tiene un efecto cuantitativo importante sobre el vigor y la velocidad de crecimiento.
Además, las características morfológicas de las yemas reproductivas se hacen evidentes sólo poco antes de que broten en primavera. Así, se ha indicado que las yemas en desarrollo del olivo son de naturaleza indiferente y necesitan experimentar diferenciación para cualquier tipo de desarrollo posterior, sea vegetativo o reproductivo.

Efecto de la temperatura

Generalmente se acepta que la inducción de yemas florales se produce a mediados del invierno y que poco después comienza la diferenciación como proceso rápido, al final del cual se abre la yema. La necesidad del frío para la inducción floral ha sido descrita por muchos investigadores (Hartmann y Porlingis, 1957). Aunque en condiciones naturales la inducción se limita a la estación invernal, Hartmann y Whisler (1975) han demostrado la capacidad de la yema del olivo para diferenciarse en cualquier estación del año en condiciones de frío artificial. También han demostrado, trabajando con plantas en macetas, que las temperaturas alternantes entre 4-18 °C son más eficaces que el frío constante. Por otra parte, también una temperatura constante de 12 °C da lugar a la inducción de yemas florales. Se han descrito necesidades de frío de 50-60 horas por debajo de 7,2 °C (cvs. Azapa y Aranka) y de más de 1.200 horas (cv Sevillano) (Hartmann y Opitz, 1977).
No obstante, estos resultados no pueden aceptarse como única explicación de las condiciones que llevan a la diferenciación. En varias regiones con muy poco frío se han logrado rendimientos máximos con cultivares como Manzanillo, Santa Catarina, Chemlali y muchos otros. Además, estudios de defoliación y de citología (Pinney y Polito, 1990) han demostrado que la inducción floral puede expresarse parcialmente en las yemas ya en el otoño (octubre).
Por otra parte, se ha confirmado ampliamente que en regiones relativamente cálidas, el nivel de diferenciación y de desarrollo de las flores es considerablemente mayor después de inviernos más frescos. Esto ha llevado a varios investigadores (Rallo y col., 1994; Escobar y col., 1992; Rallo y Martin, 1991) a la suposición de que la necesidad de frío para la floración de los olivos no está relacionada con la diferenciación (vernalización), sino exigido para la apertura de la yema floral (latencia). Sin embargo, se trata de algo dudoso, ya que las yemas vegetativas de los olivos no tienen necesidad del frío y la mayoría de las yemas en los años de descarga que no estén diferenciadas no brotarán ni siquiera después de un período largo y frío. Podría considerarse la teoría de la latencia si se acepta que la yemas florales diferenciadas desarrollan un verdadero período de latencia y las vegetativas no. Esto puede ser parcialmente apoyado por nuestras investigaciones de que la cantidad de frío necesaria para la floración de un año está relacionada positivamente con el nivel de producción del año anterior. Tras el cálculo de las condiciones de campo en varias regiones y durante cinco años, se ha llegado a la conclusión de que después de un año de buena producción se necesita más frío para la misma cantidad de floración que después de un año de producción baja. Todavía es difícil relacionar este tipo de diferencias basado sólo en los cambios en las necesidades de frío para que las yemas salgan de la latencia. Asimismo, tiene que clarificarse la relación entre la baja temperatura y la potencial diferenciación de las yemas florales.
Los experimentos con plantas enteras criadas en macetas en condiciones controladas de temperatura también plantean algunas cuestiones sobre la nueva hipótesis de la latencia de las yemas florales en el olivo. En Israel, se ha demostrado que cuando se interrumpe el frío invernal con un período de diez días de temperatura primaveral a mediados de enero se produce el brote vegetativo



FOTOGRAFÍA 29. Efecto del frío interrumpido por temperaturas elevadas en el desarrollo de los brotes de las yemas del cv Manzanillo. Izda.: control; dcha.: frío interrumpido.

de todas las yemas de crecimiento de estaciones anteriores. Las yemas de los brotes con un período frío ininterrumpido dan pie a inflorescencias (fotografía 29). Por consiguiente, se produce un proceso de desdiferenciación o bien un bloqueo de la secuencia de diferenciación. Debe observarse que, al interrumpirse el frío, todas las yemas se abren vegetativamente, lo cual no ocurriría en condiciones normales. Un fenómeno similar se produjo ocasionalmente en Israel también en condiciones de campo y podría relacionarse con un período cálido natural durante el invierno.

El análisis de la producción anual en regiones cálidas ha demostrado que en algunos años no se han cumplido las expectativas basadas en la producción de años anteriores. En ciertos casos en que se esperaba una gran producción se ha recogido una cosecha escasa, y en otros se han registrado dos años sucesivos con producción alta. En la mayoría de los casos, estos resultados podrían explicarse por la temperatura invernal. Los inviernos fríos inducen un nivel de floración más alto que lo esperado por el rendimiento anterior. Los inviernos cálidos, en cambio, reducen la floración a niveles considerablemente inferiores a lo esperado.

Con todo, la relación de temperaturas no es la única responsable de todos estos años singulares, y hay casos en que el nivel de floración no podría explicarse de acuerdo con la producción frutal previa o las condiciones térmicas del invierno. Estas observaciones y la aparición de yemas florales en algunos casos en otoño nos induce a pensar en un proceso de dos etapas que lleva a la diferenciación floral de las yemas del olivo.

Calendario de la inducción floral

Se ha sugerido que la inducción inicial que determina el potencial de diferenciación floral de las yemas del olivo tiene lugar durante el verano (Rallo y Martin, 1991). Esta inducción correspondería a la que se produce en la mayoría de las especies frutales y depende sobre todo del metabolismo endógeno resultante del historial productivo del árbol. Por supuesto, la capacidad de respuesta de la yema al estado metabólico del árbol depende también de su estado de desarrollo y maduración. Por consiguiente, la velocidad de crecimiento y desarrollo del brote durante el año desempeña un papel importante en el potencial de fructificación del año siguiente. La yema en desarrollo tiene probablemente que alcanzar un cierto estado de madurez para ser receptiva a las condiciones de inducción floral. Esta última, por tanto, puede producirse durante toda la estación de crecimiento, según el estado de las yemas en condiciones de recibir la inducción. Este enfoque puede explicar la diversa localización de las yemas que se están diferenciando a lo largo del brote en distintos años. Con todo, no basta con la inducción inicial para asegurar el desarrollo de yemas florales. Esa inducción estival opera como un condicionante para que las yemas respondan a las condiciones invernales que son imprescindibles para que se produzca la iniciación final y, en consecuencia, la diferenciación reproductiva de las yemas. Este segundo estímulo invernal depende en su mayor parte de la temperatura y está controlado por la cantidad de frío y su secuencia (Hartmann y Whisler, 1975; Denney y Mac Eachern, 1983). Así, las condiciones de frío, si bien no son el inductor inicial de la diferenciación floral, son responsables de su expresión. Cabe concluir que el nivel de diferenciación de yemas florales de cada árbol está en función de la interacción entre la intensidad de los factores estivales (en su mayoría provocados endógenamente) y las condiciones invernales (en su mayoría ambientales), que afectan principalmente a la intensidad y distribución de las horas de frío.

El calendario del frío invernal no es decisivo, siempre que no se vea interrumpido por un período de temperaturas altas antes de que las yemas hayan recibido una cantidad mínima de frío. La interrupción del frío invernal por un período de temperaturas medias (hasta 18 °C) no parece ejercer ninguna influencia negativa. Las temperaturas frías de 5-7 °C dentro de un ciclo diario son las más eficaces para

activar las yemas florales iniciales. Las temperaturas frías continuas parecen ser menos eficaces que las que se enmarcan en un ciclo diario de temperaturas altas/bajas (Badr y Hartmann, 1971). Una temperatura constante de 12 °C puede provocar tambien la floración (Hartmann y Whisler, 1975). La elevada capacidad de respuesta de las yemas del olivo a ese ciclo de temperaturas y, por otro lado, la respuesta inductiva a una temperatura constante de 12 °C podrían explicar particularmente la elevada diferenciación de yemas florales y el rendimiento en algunas regiones cálidas que tienen muy poco frío. La diferencia entre las temperaturas invernales diurna y nocturna en algunas regiones y una temperatura bastante uniforme de alrededor de 12 °C en otras parecen ser suficientes para permitir la expresión de la inducción estival para la diferenciación en la primavera.
Con todo, debe observarse que, incluso en las regiones con condiciones inductivas florales tan especiales, la diferenciación de yemas florales en los años más fríos es considerablemente más alta que en los más cálidos. Además, en años inusitadamente cálidos tal diferenciación se inhibe mucho y la producción es muy baja (Bet Shean, registros de temperaturas y producción durante cuarenta años).

El papel de las hojas en la inducción floral

La presencia de hojas es decisiva, sobre todo para la inducción de la diferenciación de la yema floral, especialmente para el estímulo secundario de invierno antes descrito. La eliminación de las hojas a principios del invierno inhibe casi toda la diferenciación de yemas florales y a partir de mediados de enero tiene un menor efecto inhibidor (Hackett y Hartmann, 1964). En la mayoría de los casos, dicha eliminación a finales de enero o en la primera semana de febrero no tiene efectos adicionales sobre el número de yemas en diferenciación. Así, se llega a la conclusión de que el período de respuesta para la estimulación floral en invierno se desarrolla a mediados de enero. Este calendario, sin embargo, no es rígido y podría variar según el área de cultivo. De estos antiguos experimentos, que podrían repetirse basándose en el moderno análisis estadístico, puede concluirse que la señal para la inducción invernal procede de las hojas. El efecto de la eliminación de éstas no puede explicarse basándose en deficiencias nutritivas causadas por la eliminación de la fuente fotosintética, ya que por debajo de los 10 °C no hay actividad fotosintética y la respuesta es drástica, muy rápida y está vinculada a un determinado calendario. Por ello se considera que las hojas son el origen de una señal que lleva al proceso de diferenciación.
Experimentos de poda (Hackett y Hartmann, 1964) han demostrado que esta señal se transmite en el árbol principalmente dentro de la misma rama, pero también entre ramas vecinas.
No obstante, el efecto del frío, incluso en los brotes con hojas intactas, se limita a las yemas afectadas. Los brotes normales enfriados y no enfriados de la misma planta reaccionan de forma diferente a las condiciones ambientales expuestas.
La eficacia de las hojas como fuente de la señal de inducción es muy elevada. Se ha demostrado en estos experimentos, que la eliminación del 90 % de la superficie foliar de cada hoja no afecta al nivel de diferenciación de las yemas. Esta opinión ha sido puesta en duda recientemente por el trabajo de Harshemesh y por Tombesi (comunicación personal).

EFECTO DE LA LUZ EN LA DIFERENCIACIÓN Y CRECIMIENTO DE LAS YEMAS

La acción de las hojas durante el invierno depende de la luz. El oscurecimiento de las hojas durante este período da como resultado una inhibición de la diferenciación similar a la que se obtiene cuando se eliminan las hojas. También la intensidad de la luz parece decisiva para el proceso de inducción floral (Tombesi y Standardi, 1977). En las zonas densas y sombreadas de los olivos, la diferenciación en las yemas florales es bastante menor que en las partes bien ilumi-

nadas. Este fenómeno no puede explicarse por una menor actividad fotosintética en las partes sombreadas, dada la translocación bastante rápida de la fotosíntesis en el árbol. Además, diversos estudios analíticos han demostrado (Stutte y Martin, 1986a; Klein y Lavee, 1977) que ni el nivel de hidratos de carbono ni las reservas de nitrógeno orgánico en el árbol explican el alto o bajo potencial de diferenciación del olivo en diferentes años. La acción de una mayor intensidad de luz sobre el aumento de la diferenciación de yemas florales y la fructificación es el fundamento en que se basan los diferentes métodos de poda y de determinación de las distancias de plantación, en la medida en que éstos tratan de favorecer la penetración de la luz entre los árboles y dentro de ellos y, por tanto, de aumentar la superficie portadora de frutos. Todavía no está claro cómo actúa la luz intensa en relación con la diferenciación floral de las yemas del olivo. No obstante, es conocida la gran sensibilidad del olivo a la sombra, que no sólo da lugar a un menor desarrollo de la inflorescencia, sino también a una reducción de la fructificación y un aumento de la caída de las hojas.

Se necesita también mucha luz para que se inicie el crecimiento de las distintas yemas de olivo (Tombesi y Standardi, 1977). Así, la copa natural del olivo tiene una densa capa de follaje en la superficie y una cantidad de hojas mucho menor en el interior. Aunque las hojas de olivo pueden vivir tres años, suelen caerse durante el segundo año debido a la sombra creada por el intenso desarrollo de la copa exterior. El descenso de la actividad fotosintética debido a la sombra de la hoja es muy rápido. Así, las hojas viejas contribuyen relativamente poco a la productividad y al desarrollo de los árboles no podados. La intensificación de la caída de las hojas y la inhibición de la apertura de yemas en las partes sombreadas del árbol causa la decadencia y con frecuencia la desecación de las ramas de 2-3 años. Este fenómeno es tan grave en plantaciones extensivas de crecimiento lento como en las de regadío de crecimiento intensivo. La formación y la poda de los árboles para aumentar la penetración de la luz, con periodicidad anual o bianual, es decisiva para la utilización eficaz de su potencial fructificador.

El potencial morfogenético de la madera vieja del olivo depende también del grado de su iluminación. Las ramas principales del olivo raramente desarrollan ramas nuevas cuando están bajo la sombra de la copa. Al permitir la penetración de la luz hacia la rama mediante la poda adecuada, puede inducirse el brote de las yemas latentes o su activación morfogenética incluso en la parte inferior más vieja. Este potencial inducido por la luz en la madera vieja del olivo se emplea en la práctica para reducir la altura de los árboles viejos o renovar la copa en su conjunto (fotografía 30).

FOTOGRAFÍA 30. Efecto de una poda severa para la penetración de la luz sobre la renovación de la copa de olivos en regadío (A+B) y de secano (C).

DESARROLLO DE LAS FLORES. VIABILIDAD Y CUAJADO

Tanto el tamaño de la inflorescencia como la viabilidad de las flores dependen del historial productivo del árbol, de la localización en el brote y de las condiciones ambientales. Las inflorescencias de los extremos proximal y distal del brote suelen ser más pequeñas que las centrales. El tamaño de las flores y su viabilidad son menores en la base del brote. Con frecuencia, el número de flores imperfectas es mayor en las inflorescencias distales. No obstante, ese fenómeno se ha observado sólo en los años de «carga» con un gran nivel de diferenciación de yemas florales. Aunque la relación entre flores perfectas e imperfectas varía mucho de un año a otro, no se ha hallado una correlación significativa entre número de flores perfectas y el nivel de producción (Brooks, 1948). Aún se desconocen la razón y las condiciones causantes del variable número de flores imperfectas. Se ha demostrado (Hartmann y Panetsos, 1962) que una carencia de agua durante el desarrollo floral, después de la diferenciación, puede causar cambios significativos en el desarrollo de la inflorescencia, en la viabilidad de la flor y en la producción de fruta. Se ha demostrado tambien que las flores imperfectas se separan antes que las flores perfectas no fertilizadas (Rapaport y Rallo, 1991a). El mayor volumen de caída de flores perfectas se observa unos 12-15 días después de la plena floración. Ocho días después de la misma están fertilizados aproximadamente el 20 % de los ovarios existentes en el árbol. Antes de los 18 días, este porcentaje aumenta a un 60 %. Veinticinco días después de la floración completa, el número de frutos en el árbol se estabiliza y después la caída de frutos es escasa (Extremera y col., 1988; Rapaport y Rallo, 1991a, 1991b).

La principal caída de ovarios sin fertilizar coincide con el inicio de la expansión de los fertilizados (Rapaport y Rallo, 1991b). La duración del período de floración depende de las condiciones ambientales. El efecto del clima sobre la tasa de cuajado es muy importante. Como se ha señalado, tanto los climas calientes secos como los húmedos frescos reducen el nivel de cuajado de modo significativo, con el riesgo consiguiente de que se reduzca la producción.

Por encima de un mínimo crítico, el número de flores por brote o árbol influye relativamente poco sobre el nivel de cuajado y producción. La escasez de flores perfectas en una inflorescencia no tiene un efecto significativo en el número final de frutos (Rallo y Fernández Escobar, 1985). Por otra parte, en un estudio reciente hemos podido demostrar que el número de inflorescencias por brote influye de forma importante sobre el porcentaje de cuajado por inflorescencia. Al eliminarse el 50 % de las inflorescencias de los brotes antes de la apertura de las flores, aumenta en un 80-90 % el número de inflorescencias que cuajan en cada brote (cuadro 2). Además, el porcentaje de inflorescencias con más de un

CUADRO 2
EFECTO DE LA REDUCCIÓN DE FLORES E INFLORESCENCIAS SOBRE EL CUAJADO DE LAS INFLORESCENCIAS QUE PERMANECEN INTACTAS (inflorescencias eliminadas o reducidas unos 10 días antes de la apertura de las flores)

Tratamiento	Serie de flores	Inflorescencia con fruto	Inflorescencias más de un fruto	
	%	%	% del total	% fértil
Control sin disminuir	2,3	38,0	7,7	25,7
Longitud media inflorescencia	5,1	41,2	10,1	23,1
Número medio inflorescencia	9,4	62,5	31,6	50,9
LSD en P = 0,05	0,9	4,9	5,2	6,1

fruto se duplica en los brotes cuando se reduce a la mitad el número de aquéllas. En cambio, la longitud de los brotes no influye sobre el nivel de cuajado. Así, los árboles vigorosos bien desarrollados tienen una producción alta debido a que sus brotes fructíferos más largos producen más inflorescencias a causa precisamente de su longitud. En cambio, en muchos cultivares el cuajado relativo por inflorescencia es el mismo en los brotes largos que en los cortos. Éste no parece ser el caso de Chemlali en Sfax (Trigui, comunicación personal). Los árboles más débiles con un crecimiento anual corto tienen también el mismo porcentaje de cuajado. Se ha demostrado claramente (datos en preparación) que el porcentaje de cuajado es bastante mayor en los años con un 30-40 % de potencial de floración que en los de potencial pleno del 85-90 %. Estos resultados se corresponden totalmente con los obtenidos reduciendo el número de inflorescencias manualmente.

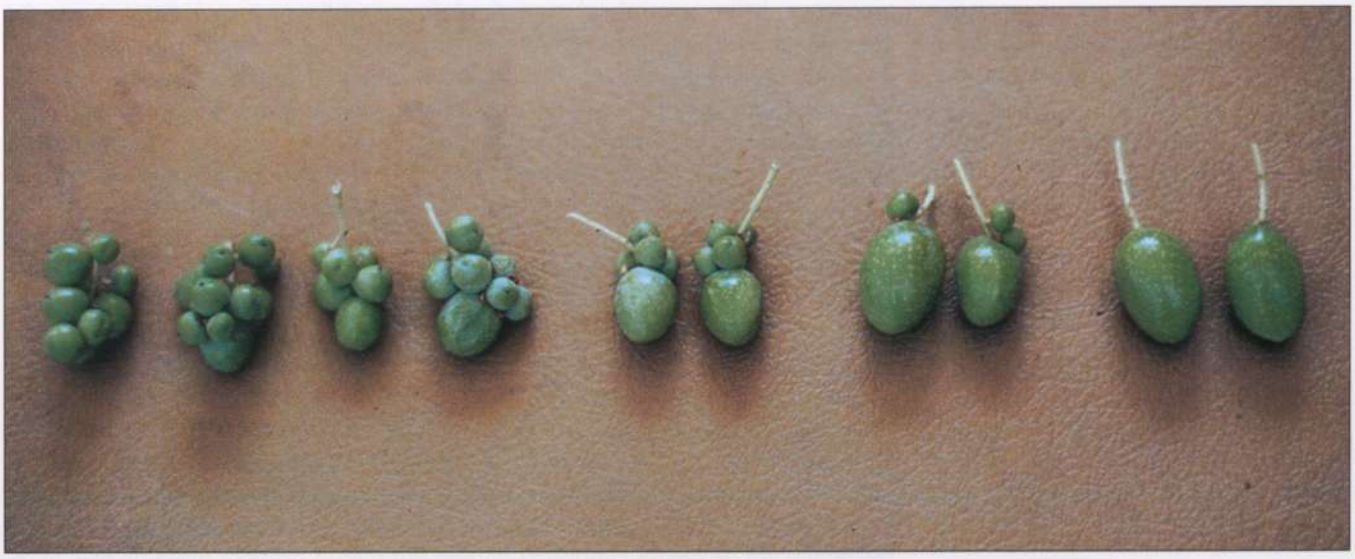
Puede concluirse, por consiguiente, que la magnitud de la cosecha es mucho más sensible a la longitud de los brotes que incluso a una reducción del 50 % en el número de inflorescencias por brote. Esta fructificación en función de la longitud del brote, más que de la intensidad de la floración, puede explicar la mayor producción de los árboles con crecimiento anual vigoroso, aunque el número relativo de inflorescencias sea menor que en otros árboles de crecimiento anual más débil o más corto.

Después de la caída de los pétalos, los ovarios son visibles en el cáliz formado por los sépalos. En la mayoría de los cultivares, su color es verde claro. En 10 días, los ovarios fertilizados desarrollan un color verde más oscuro y, como ya se ha indicado, aumenta su velocidad de crecimiento. Los ovarios fertilizados se sitúan arbitrariamente en la inflorescencia, sin preferencia por ninguna localización específica. El número de frutos por inflorescencia depende, en el cultivar, de las condiciones climáticas, del número de inflorescencias para una longitud dada de crecimiento anual y de la uniformidad de la floración. Esta última depende, a su vez, de diversos factores ambientales y endógenos.

En condiciones normales de desarrollo, todos los ovarios sin fertilizar se caen, quedando en el árbol sólo los fertilizados, que en su momento se transformarán en frutos normales (Altamura Betti y col., 1982). Sin embargo, en varios cultivares y en años ocasionales se pueden desarrollar frutos partenocárpicos.

Se ha indicado que el ovario de la primera flor fertilizada en cada inflorescencia es el que continuará su desarrollo como fruto normal. También se ha supuesto, aunque todavía no se dispone de pruebas sólidas, que el ovario fertilizado segrega inhibidores o crea un equilibrio hormonal que impide el cuajado de otras flores en la inflorescencia. El desarrollo de más de un fruto por inflorescencia se explica por el cuajado simultáneo ocasional de más de una flor. La frecuencia y el grado del cuajado múltiple por inflorescencia dependen del cultivar y de las condiciones climáticas durante la floración.

Junto a frutos de desarrollo normal aparecen ocasionalmente pequeños frutos partenocárpicos. Estos frutos se encuentran en racimos de muchos frutos pequeños en inflorescencias que no tienen el desarrollo normal del fruto fertilizado. No está claro por qué en algunos años los frutos partenocárpicos se desarrollan y permanecen en la inflorescencia y en otros se separan a las 2 semanas. En todo caso, está claro que los pistilos son inducidos a desarrollarse. Esta inducción puede ser desencadenada por polinización de polen inviable, por inhibición del desarrollo del tubo polínico en el estilo o por el desarrollo anormal de ciertos elementos del ovario. Los frutos partenocárpicos que se desarrollan como un racimo en la inflorescencia son de pequeñas dimensiones y de color verde claro. No desarrollan el color negro provocado por las antocianinas, aunque permanezcan en el árbol durante todo el período de crecimiento. Su tamaño sigue siendo pequeño, con un diámetro que no supe-

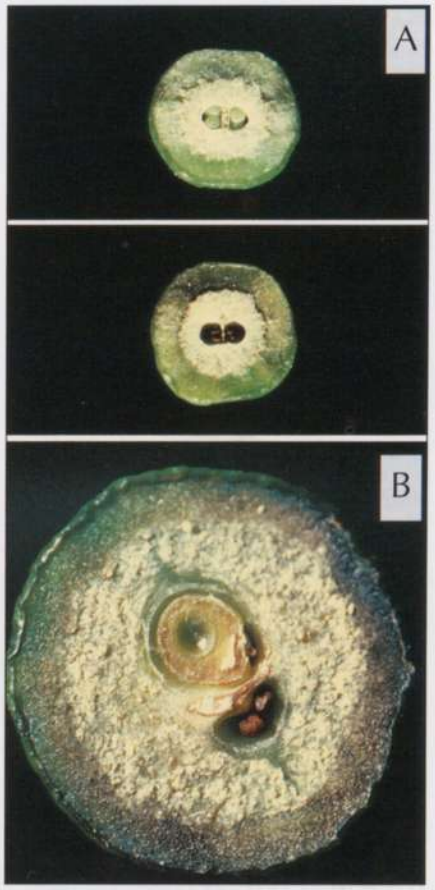


FOTOGRAFÍA 31. Diferentes tipos de frutos partenocárpicos en las inflorescencias con y sin desarrollo normal del fruto.

ra 2-3 mm y sólo raramente se encuentran en inflorescencias con un fruto de desarrollo normal.

Hay otro tipo de frutos partenocárpicos de mayor tamaño que no se desarrollan en grupos de más de 2-4 frutos. Pueden hallarse en la misma inflorescencia con un fruto normal o en inflorescencias separadas, y suelen ser el resultado de una polinización normal seguida de un aborto del embrión. El aborto puede producirse en diferentes fases del desarrollo del fruto, por lo que el tamaño de éste varía en consecuencia (fotografía 31).

Estos frutos partenocárpicos tienen el mismo color que los frutos normales y son de forma redonda. La relación entre el hueso (endocarpio) y la pulpa (mesocarpio) depende de la fase en que haya abortado el embrión. En la mayoría de los casos, el embrión aborta poco después de la fertilización y ambos óvulos son igualmente visibles como cámaras cilíndricas durante el desarrollo del hueso. En fases avanzadas, después de la esclerificación del hueso, ambos óvulos permanecen en éste como tubos vacíos (fotografía 32). En casos raros, el tejido arrugado descompuesto del embrión abortado es visible en una de las cámaras. Estos frutos partenocárpicos se desarrollan como los normales, acumulan aceite, pero siguen siendo redondos y de pequeño tamaño y maduran antes que los frutos normales. Hasta el presente, ningún tratamiento exógeno con diferentes reguladores del crecimiento ha conseguido aumentos significativos del tamaño de estos frutos y, por tanto, no ha compensado el efecto del desarrollo del embrión en el crecimiento del fruto y en su tamaño final.



FOTOGRAFÍA 32. Fase avanzada de un endocarpio esclerificado de un fruto partenocárpico con dos cámaras (A) y un fruto polinizado normal (B).

DESARROLLO DEL FRUTO Y ACUMULACIÓN DE ACEITE

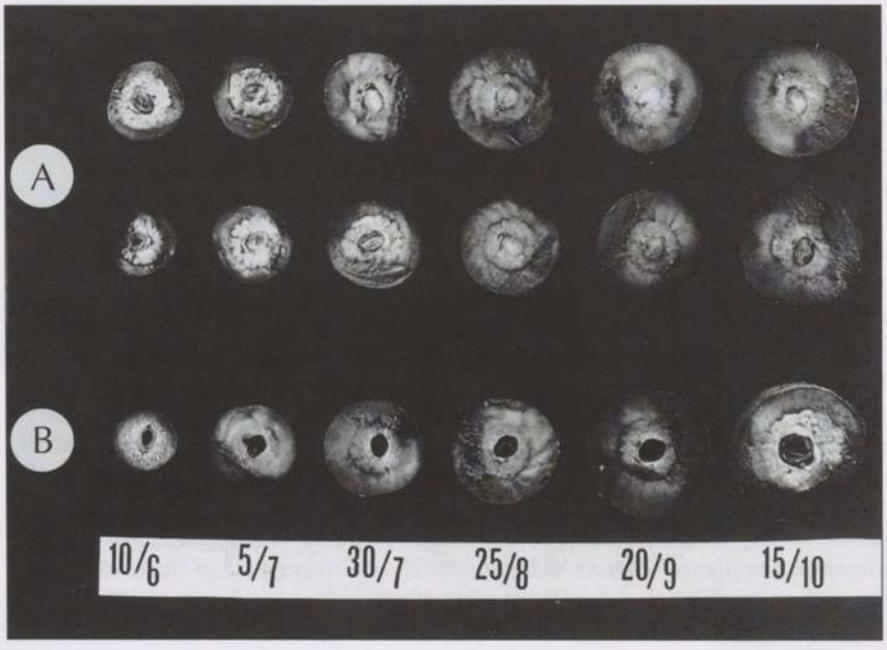
El desarrollo de los frutos fertilizados normales del olivo es similar al de la mayoría de los demás frutos con hueso. La secuencia del desarrollo y maduración del fruto ha sido recientemente revisada por Tombesi (1994). Unos 10 días después de la plena floración, los frutos fertilizados normales se distinguen por su color más oscuro y, en la mayoría de los casos, son ya en esta temprana fase de un tamaño algo mayor. Veinte días después de la floración completa, el desarrollo de un embrión en uno de los dos carpelos es claramente visible (Lavee, 1986). El segundo carpelo es empujado a un lado y va desapareciendo, de modo que unos 40 días después de la floración completa sólo es visible un único embrión que se desarrolla en el centro del endocarpio (fotografía 33).

Desde la fertilización hasta la maduración negra completa se observan cinco fases de desarrollo del fruto (Hartmann, 1949; Shulman y Lavee, 1979). En su conjunto, estas fases dibujan una doble curva sigmoidea de crecimiento, con

una etapa de latencia inicial y otra final (figura 6). Después de la fertilización, la división celular inicial es rápida, pero únicamente al cabo de unos 10-15 días es observable el crecimiento rápido de las células. El primer período de crecimiento rápido (fase II) afecta principalmente al endocarpio y en menor medida al mesocarpio y el exocarpio. Durante esta fase II, el fruto consiste principalmente en el desarrollo del endocarpio. El proceso continúa hasta la esclerificación y endurecimiento del endocarpio, normalmente a principios de julio. A continuación, el crecimiento del fruto se frena considerablemente y comienza la fase III. Durante esta fase de crecimiento lento, el embrión y el endocarpio alcanzan su tamaño final y se produce y finaliza el endurecimiento del segundo (esclerificación). Al final de este período (finales de julio), comienza un importante ensanchamiento de las células del mesocarpio (pulpa) y se inicia el crecimiento rápido del fruto (fase IV).

Durante esta fase IV comienza también la biosíntesis de aceite y su acumulación (lipogénesis). Este rápido crecimiento termina en el otoño, cuando comienza el cambio de color del fruto. Seguidamente, el crecimiento se frena notablemente y tienen lugar varios procesos de maduración (fase V). La acumulación de aceite continúa también durante la primera parte de esta fase, pero, al igual que ocurre con el crecimiento del fruto, a una velocidad menor. Las cinco fases expuestas del crecimiento y desarrollo del fruto son típicas de todos los cultivares de *O. europaea*. La velocidad de crecimiento durante cada fase y su duración son específicas de cada cultivar y de las condiciones de crecimiento. En todo caso, la curva de crecimiento de cada fruto es individual para las diferentes fases y, sobre todo, la fase III no siempre es observable cuando se determina como media para una población de frutos (Shulmann y Lavee, 1979).

La duración y naturaleza de cada fase dependen mucho de las condiciones ambientales. Las divisiones celulares de la mayor parte de los tejidos del fruto terminan en la fase II, excepto en el embrión, donde la división celular termina al principio de la fase III. Todo el crecimiento ulterior del fruto se debe a un ensanchamiento celular. Por ello, las condiciones de escasez en las primeras fases de desarrollo, al reducir la velocidad de la división celular, dan lugar a una disminución del tamaño del fruto, aunque luego no se mantengan esas condiciones en las fases posteriores.



FOTOGRAFÍA 33. Cambios en la relación mesocarpio-endocarpio durante el desarrollo de un fruto normal polinizado (A). El aborto del embrión puede suceder en cualquier fase de desarrollo del fruto (B).

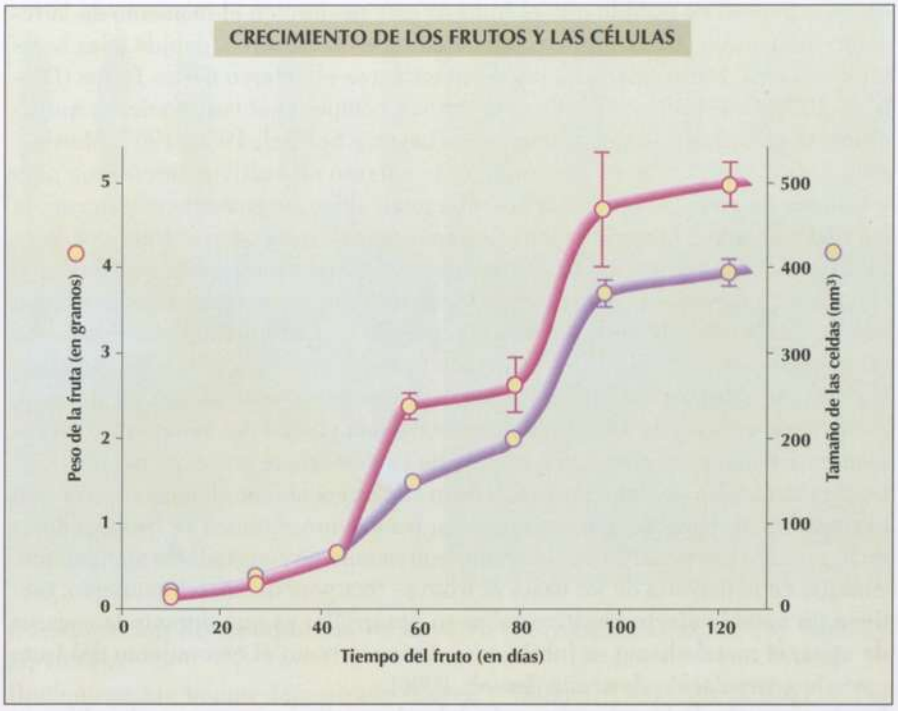


FIGURA 6. Curva de crecimiento de los frutos y células del mesocarpio con cinco fases distintas de desarrollo.

Por otra parte, durante el primer período de crecimiento activo (fase II) el principal tejido en desarrollo es el endocarpio. En la segunda mitad de esta fase, el endocarpio es responsable de hasta el 80 % del volumen del fruto. Así, un período de escasez de agua durante la fase II da como resultado un hueso relativamente pequeño, que puede dar lugar a relaciones pulpa/hueso favorables en la maduración. El tamaño real del fruto se determina principalmente durante la fase IV, cuando el mesocarpio y el exocarpio (carne del fruto) se desarrollan rápidamente. Los estudios sobre riegos complementarios han indicado que la aplicación, incluso de una pequeña cantidad de agua en agosto, durante la fase IV de crecimiento, influye fuertemente en el tamaño final del fruto y en la acumulación de aceite (Lavee y otros, 1990). En la mayoría de los casos, la aportación de agua en una fase anterior tiene muy poco efecto sobre el tamaño del fruto y sobre su contenido de aceite, en comparación con los olivos no regados (Elant, 1956; Spiegel, 1955). Además, en algunos estudios, un único riego en junio o a principios de julio ha dado lugar incluso a una reducción del tamaño del fruto (Samish y Spiegel, 1961). Esta reducción en el tamaño del fruto se debe al aumento del crecimiento vegetativo de los brotes, que en esta fase temprana están compitiendo con el desarrollo de los frutos. Como se ha mencionado antes, las condiciones de crecimiento expresadas en la disponibilidad relativa de agua y en la carga de frutos no afectan al trazado básico de la curva de crecimiento, pero sí a la velocidad de éste y, por tanto, al tamaño del fruto (Agabbio, 1977). Los árboles no regados que crecen en suelos poco profundos son más sensibles a la escasez de agua, particularmente en los años con fuerte carga de frutos. La diferencia de tamaño de los frutos de un mismo cultivar entre los árboles regados y los no regados puede ser, en las regiones cálidas, más del doble para la misma carga relativa de frutos (número de frutos por longitud unitaria de brote).

El tamaño del fruto y el tiempo de maduración están en función de la carga de frutos, en cualquier condición. Incluso en el caso de crecimiento muy intensivo, una abundante cantidad de frutos tendrá como resultado unos frutos pequeños y, en casos extremos, las aceitunas de mesa no alcanzarían las normas de calibrado para ser comercializadas (Hartmann, 1952; Garoyan y Horel, 1980). En

casos extremos, es posible que el fruto no esté maduro en el momento de la recolección porque su desarrollo se ha detenido en el invierno, debido a las bajas temperaturas. Para superarlo, puede practicarse el aclareo de los frutos (Drobish, 1930), que reduce el número de éstos y compensa el tamaño de los que se eliminan con el de los que permanecen (Lavee y Spiegel, 1958, 1967; Martin y col., 1980). Así, un buen tratamiento de aclareo en cultivos intensivos para aceitunas de mesa no reduce la cosecha total, sino que aumenta claramente la calidad y favorece la maduración. Es importante destacar que el fruto que llega al invierno antes de madurar se queda en esa fase hasta que vuelve el tiempo cálido en la siguiente primavera. Esto se debe a una evapotranspiración y a una conductividad muy bajas en la madera por las temperaturas frías del invierno (Thompson y col., 1983). Tales frutos son también muy sensibles a las heladas.

Los frutos en desarrollo son los primeros en reaccionar ante la escasez de agua, por lo cual, en caso de producción elevada, hacia el final del verano pueden comenzar a secarse. Si el marchitamiento no es demasiado grave, es reversible, y con la primera lluvia, los frutos recuperan su turgencia. Por ello, de acuerdo con la tradición agrícola de muchas regiones, las aceitunas nunca se recogen antes de la primera lluvia del otoño, independientemente de su estado de maduración. Aunque en la mayoría de los casos el fruto se recupera del marchitamiento, éste tiene un notable efecto negativo sobre su desarrollo, ya que durante la escasez de agua, el metabolismo se inhibe y se detienen tanto el crecimiento del fruto como la acumulación de aceite (Lavee, 1986).

La consistencia de la pulpa depende del cultivar. Se registran grandes diferencias en el espesor de la pared celular del mesocarpio y, por consiguiente, la consistencia de la carne varía mucho de unos cultivares a otros. Éstos se clasifican según que el hueso esté suelto, semisuelto o adherido a la carne. Los primeros son los más adecuados para el consumo de mesa.

La forma del hueso es típica de cada cultivar y está íntimamente relacionada con la forma del fruto. Además, la morfología del hueso es un medio útil y fiable para caracterizar e identificar los cultivares del olivo (Baranco y Rallo, 1984). Esta caracterización se basa tanto en su forma como en la estructura de la superficie.

La epidermis de la aceituna no tiene ni placas multicelulares ni los estomas que poseen las hojas, aunque se han observado estomas en los pistilos. Las «manchas blancas» típicas de cada cultivar son zonas con cavidades situadas debajo de la epidermis que no están unidas al mesocarpio (Morettini, 1972). No hay lenticelas ni otras aberturas en la epidermis de la aceituna. La fuerza de unión de las aceitunas a los brotes se reduce gradualmente con la maduración; la secuencia y grado de esta reducción es específica de cada cultivar y carga de frutos.

MADURACIÓN DEL FRUTO

La maduración de la aceituna es difícil de definir, ya que no se dispone de criterios objetivos. El inicio de la maduración puede definirse como aquella etapa en la que comienza a disminuir el contenido de clorofila de los tejidos del fruto. La expresión «maduración verde» designa la etapa en la cual todo el fruto alcanza un color verde claro, unos pocos días después del inicio de la acumulación de antocianina o coloración oscura de los frutos. El fruto pierde entonces parte de su firmeza y en cultivares de hueso suelto éste puede sacarse presionando la pulpa. El contenido de aceite no es un indicativo fiable de la maduración, ya que en esta etapa todavía sigue acumulándose. Químicamente, la maduración de la aceituna está asociada con una reducción del contenido de azúcar de los frutos y con la acumulación de diversos compuestos aromáticos, particularmente alcoholes de alta graduación y terpenos. Los alcoholes de azúcares y particularmente el manitol, desempeñan un papel importante en la

FOTOGRAFÍA 34. Diferentes pautas de coloración durante la maduración del fruto en dos cultivares. A. cv Santa Caterina. B. cv Hallili.

translocación de metabolitos en el olivo (Fernández Díaz, 1971; Tombesi, 1994).

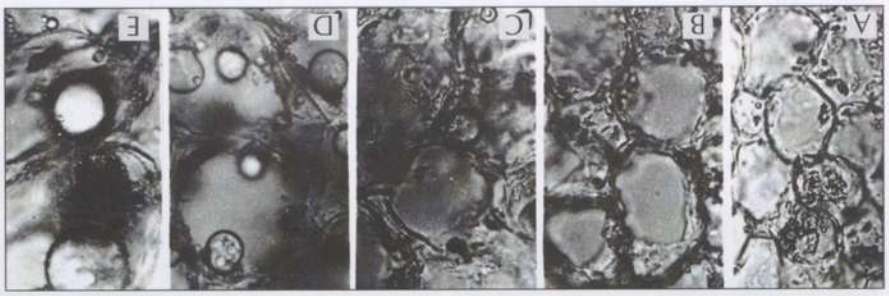
Recientemente hemos demostrado (Lavee y Wodner, 1991) que el final de los cambios de color externo representa una etapa significativa en la maduración de la aceituna, sobre todo en relación con la acumulación de aceite. Después de ella se reduce notablemente la velocidad de acumulación de éste.

La coloración del fruto de cada cultivar sigue una pauta típica, determinada genéticamente (Cantarelli, 1962). La biosíntesis de antocianina comienza en las células epidérmicas, tanto en el extremo distal como en el proximal de los frutos, uniformemente en todos los casos. El desarrollo de la antocianina continúa después en las células epidérmicas tanto hacia arriba como hacia abajo a lo largo del fruto. En una etapa posterior, la antocianina se acumula también siguiendo la misma pauta en el mesocarpio (fotografía 34). En algunos cultivares, el exo y el mesocarpio pierden toda la clorofila antes de comenzar la acumulación de antocianina, en tanto que en otros la coloración empieza mientras estos tejidos son todavía verdes.

La determinación de la maduración negra es también difícil, puesto que el color continúa acumulándose en la carne cuando toda la superficie (epidermis) está ya negra.

La etapa de maduración no uniforme del fruto negro es decisiva para la preparación de productos de calidad para el consumo de mesa. Esto también crea un problema para fijar la fase económicamente adecuada para recolectar las aceitunas para almazara. Hacia el final del desarrollo del fruto, éste pierde agua y al mismo tiempo comienza la descomposición de la oleoeuropeína (Amiot, 1986; Shasha y Leibowitz, 1948). Cuando se ha perdido la mayor parte del agua, el fruto pierde también su amargor y puede comerse.

El proceso completo de la maduración de la aceituna sigue una única pauta. Aunque la evolución del etileno del fruto aumenta con la maduración, la aplicación de etefón tiene poco efecto sobre la misma (Rugini y Fontanazza, 1982). Además, la aplicación de etefón para desprender los frutos, inhibe la biosíntesis de la antocianina (Shulman y col., 1974). Por otro lado, las citoquininas y algunas auxinas aumentan la acumulación de antocianinas en las aceitunas verdes (Shulman y Lavee, 1971). Debe señalarse también que la aceituna es uno de los pocos frutos conocidos en los que el nivel endógeno de citoquininas aumenta con la maduración (Shulman y Lavee, 1976). El nivel endógeno de ácido giberelino de las aceitunas disminuye durante la madura-



FOTOGRAFÍA 35. Distribución de las gotitas de aceite en la célula mesocárpica de la aceituna durante el desarrollo del fruto de un cv Manzanillo de regadío. Ampliada 40 veces. A, B, C, D, E representan las células de los frutos 26, 44, 58, 78 y 96 días después de la fructificación (la acumulación de aceite empieza en la fase C).

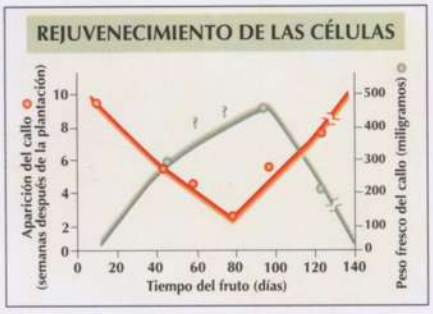


FIGURA 7. Rejuvenecimiento potencial de las células del mesocarpio *in vitro* en diferentes fases de desarrollo del fruto. El crecimiento del callo se midió seis semanas después del comienzo.

ción, de forma similar a lo que se realiza en la mayoría de las otras drupas (Shulman y Lavee, 1980) y alcanza niveles muy bajos en el momento de la maduración negra.

La cantidad potencial de aceite acumulado en el fruto en la maduración o en el momento de la recolección está determinada en sentido amplio por el cultivar, pero presenta una elevada variabilidad en función de las condiciones de crecimiento, la edad, el clima y, en menor medida, la carga de frutos. La acumulación de aceite empieza en todos los cultivares poco después del inicio de la fase IV de crecimiento. Tiene lugar, pues, paralelamente al ensanchamiento activo de las células del pericarpio. Se segregan pequeñas gotitas de aceite en los extremos del retículo endoplásmico (Lavee, 1977), que se fusionan seguidamente para formar gotas mayores que son impulsadas hacia la vacuola y se incorporan lentamente a ella (fotografía 35). Cuando las gotitas de aceite se hacen más gruesas, las células pierden su capacidad de rejuvenecimiento en condiciones *in vitro* (figura 7). En esa etapa, las células del mesocarpio se convierten en un órgano de almacenamiento, si bien las intactas siguen aún creciendo. Durante la reorganización de las gotitas de aceite en los frutos, la eficacia de la extracción mecánica del aceite cambia de acuerdo con la compartimentación de las gotitas de aceite en las células.

La pauta de acumulación del aceite en las aceitunas se ha estudiado en muchos cultivares y en muchas localizaciones diferentes (Samish y Samish, 1961; Hartmann, 1949; D'Amore, 1978; Fiorino y col., 1981). Se han atribuido diversas pautas como típicas de distintos cultivares. Sin embargo, estos estudios se han realizado para la mayoría de los cultivares por separado y en condiciones de crecimiento diversas. En un estudio reciente hemos demostrado (Lavee y Wodner, 1991) que, en condiciones uniformes de cultivo intensivo, la pauta de acumulación de aceite ha sido la misma en 15 cultivares ensayados (figura 8). Cuando no hay escasez de agua durante el verano, la acumulación de aceite es lineal durante el crecimiento activo del fruto. Esta linealidad prevalece hasta el final del cambio de color externo del fruto, en que disminuye la velocidad de acumulación. El incremento diario durante el período lineal de acumulación de aceite es específico de cada cultivar. Por tanto, las diferencias en la acumulación de aceite entre unos cultivares y otros se deben a la velocidad diaria de producción. Esto sucede también con el mismo cultivar aunque crezca en distintos lugares (figura 9). Estos resultados indican también que la fecha óptima de recolección para todos los cultivares de crecimiento intensivo para almazara es fenológicamente uniforme al final del cambio de color externo.

El carácter lineal del proceso de acumulación de aceite cambia si los árboles se cultivan en condiciones limitantes y se producen períodos de sequía durante el desarrollo del fruto (figura 10).

Esto es lo que ocurre con la mayoría de las plantaciones de secano para almazara en la cuenca mediterránea. Por consiguiente, la determinación del momento de la recolección se ha de ajustar de acuerdo con la respuesta de cada cultivar a las condiciones de sequía.

El nivel de variación de la acumulación de aceite respecto de ese carácter lineal indica para cada cultivar la intensidad del período o los periodos de sequía. Por otra parte, indica el grado de sensibilidad a la sequía de los diferentes cultivares en las mismas condiciones ambientales.

Económicamente, el momento óptimo para la recolección de aceituna de almazara es al final del período lineal de acumulación de aceite (Lavee y Wodner, 1991). Un retraso en la recolección puede implicar pérdida de frutos y reducción de la calidad, sin una ganancia significativa de la cantidad de aceite. La reducción de la calidad puede estar relacionada con problemas sanitarios y con pérdida de aromas. Una recolección prematura, antes de que termine el período lineal de acumulación de aceite, implica no sólo pérdida de cantidad, sino también la obtención, a menudo, de un aceite algo amargo que ha de sedimentarse durante largo tiempo.

La sensibilidad a la recolección en un momento inadecuado varía mucho según los cultivares. En algunos, la caracterización del aceite y sobre todo el aroma resultan sólo ligeramente afectados por el momento de la recolección, en tanto que en otros se producen marcadas diferencias y desviaciones de sabor.

La composición básica en ácidos grasos del aceite resulta considerablemente menos afectada por el estado de maduración que por el cultivar y las condiciones ambientales de crecimiento.

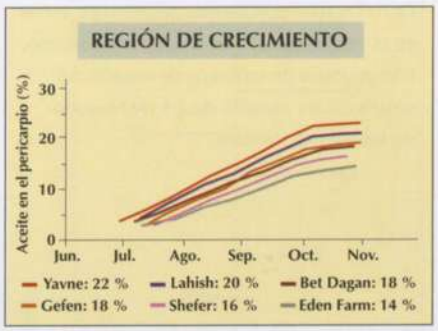


FIGURA 9. Efecto de la región de crecimiento en la pauta y acumulación total de aceite en el pericarpio en un cv Manzanillo de regadío, de crecimiento intensivo. (Localización y contenido final de aceite en 1984:

1. Yavne: 22 %.
2. Lahish: 20 %.
3. Bet Dagan: 18 %.
4. Gefen: 18 %.
5. Shefer: 16 %.
6. Eden Farm:14 %. SE no excedió el 1,8 % de la media de ninguna muestra.)

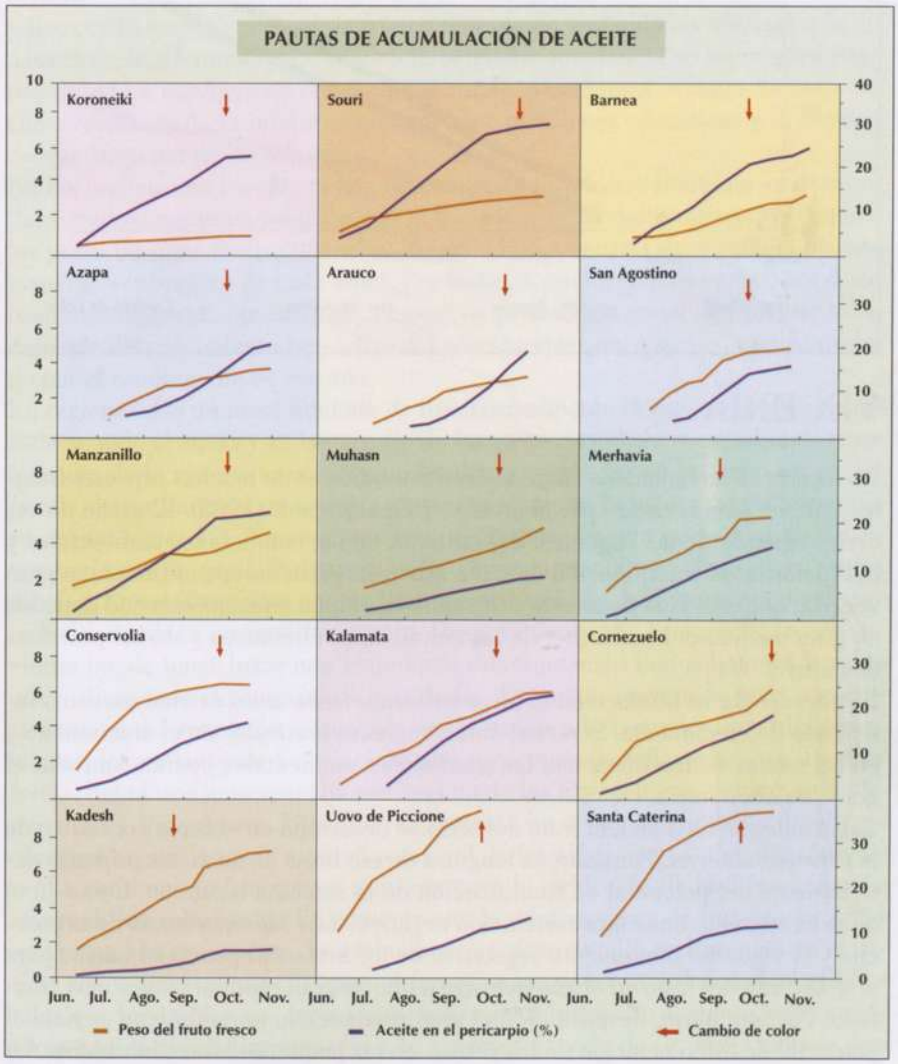
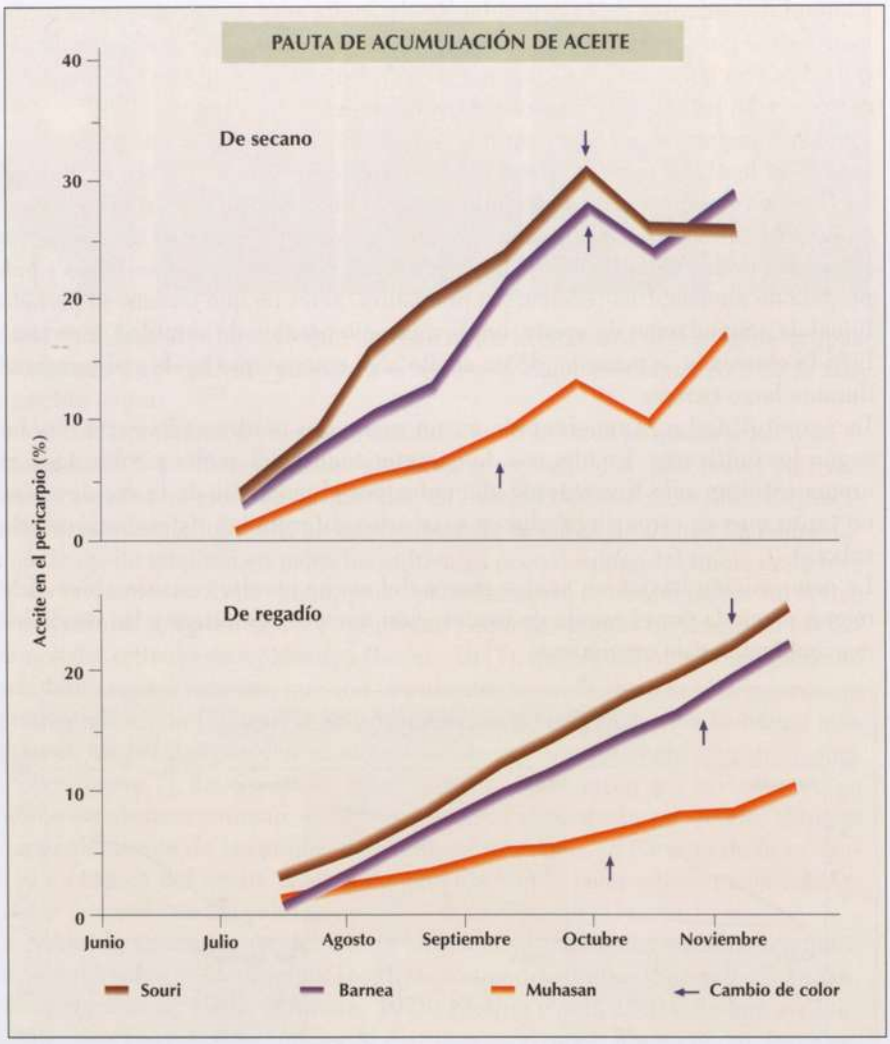


FIGURA 8. Pautas de acumulación del aceite en 15 cv diferentes, y de regadío con alto y bajo contenido de aceite, en comparación con el crecimiento del fruto.

FIGURA 10. Pauta de acumulación de aceite en el pericarpio de tres cultivares de secano, con períodos de sequía, y de regadío sin sequía (SE no excedió de 2,1 de ninguno de los valores medios).



VECERÍA

La vecería es un fenómeno ampliamente extendido entre muchas especies frutales, que ha sido revisado por Monselise y Goldschmidt (1982). El grado de vecería depende de las especies, del cultivar, de las condiciones ambientales y del historial de fructificación de cada árbol. La *Olea europaea* tiene una gran vecería, que está genéticamente determinada, si bien su manifestación depende en gran medida del ambiente, de las condiciones climáticas y de las prácticas de cultivo.

La alternancia se produce en el olivo en condiciones tanto extensivas como intensivas de crecimiento. Si no hay intervenciones hortícolas en el crecimiento y en las pautas de fructificación, las condiciones ambientales podrán controlar el grado de alternancia.

Como antes se ha dicho, el fruto del olivo se desarrolla en el brote vegetativo de la estación anterior. Por tanto, la longitud de ese brote es un factor primario determinante del potencial de fructificación de la estación siguiente. Como en el olivo es aparente una clara correlación negativa entre la importancia de la cosecha y el vigor del crecimiento vegetativo de los brotes, el potencial básico para el desarrollo del fruto en el año que siga a uno de gran rendimiento es muy limitado. Por otra parte, después de una gran producción, normalmente es bajo el potencial de diferenciación de las yemas, en los pequeños brotes inhibidos. Así

pues, los brotes de la misma longitud desarrollarán en la mayoría de los casos muchas más inflorescencias después de un año «de descarga» que después de un año «de carga». La viabilidad de las flores en las inflorescencias también será diferente, en consonancia con la historia de fructificación del árbol. El porcentaje de cuajado es mucho más bajo después de un año «de carga» que después de uno de «descarga» en el número básico de flores e inflorescencias. En algunos casos, la alternancia en rendimiento es menos importante que la alternancia en el número de frutos. Este fenómeno se basa en la estrecha relación entre el número de frutos y su tamaño (Drobish, 1930; Lavee y Spiegel, 1958). Un menor número de frutos por árbol tendrá como resultado unos frutos mayores y así podrá reducirse el grado de alternancia. La relación entre el número de frutos y su tamaño no sólo está subordinada a una base absoluta cuantitativa de frutos, sino también a su distribución. Así, la relativa carga de fruto por brote es de gran importancia para la regulación de la fructificación y el control de la vecería. El desarrollo y grado de la vecería está subordinado a la interacción entre un amplio complejo de factores externos y endógenos.

FACTORES EXÓGENOS. EFECTOS CLIMÁTICOS Y CULTIVO

Aunque la vecería está determinada genéticamente en la *Olea europaea*, las condiciones climáticas tienen un gran efecto sobre su desarrollo y expresión (Hackett y Hartmann, 1967; Lavee, 1989). Como antes se ha señalado, el frío invernal desempeña un importante papel en la diferenciación de los botones florales, por lo que la cantidad de frío en una región y año dados afectará a la dinámica de la alternancia. La vecería tiene menos incidencia en los árboles jóvenes debido a su vigoroso crecimiento anual. Aumenta a lo largo de los años como resultado de la interacción entre las condiciones climáticas y la historia de fructificación de los árboles.

En las regiones en las que el frío invernal no es un factor limitante se desarrollará gradualmente en relación con el aumento anual del rendimiento durante los primeros años de fructificación (figura 11). La vecería desarrollada de esta manera es específica de cada árbol. Por tanto, la producción es en muchos casos bastante constante. Sin embargo, el nivel de producción anual de fruto por árbol depende del crecimiento vegetativo del año anterior que, a su vez, está controlado por el rendimiento de ese año.

En regiones con un nivel limitado de frío, normalmente la vecería está sincronizada en todo el olivar y en la mayoría de los casos en toda la región. Esta sincronización de la vecería en regiones relativamente cálidas en invierno es, en general, el resultado de un único acontecimiento que induce a una alternancia completa (figura 12). En muchos casos, el frío insuficiente inicia el ciclo de alternancia por un nivel de diferenciación invernal menor que el potencial de los árboles. En estas regiones con un limitado nivel de frío, la alternancia puede ser inducida también en sentido opuesto. Después de un año con mucho frío en invierno puede tener lugar una abundante diferenciación de los botones florales que utilizan todo el potencial de los árboles. En una primavera de estas características, se diferenciarán la mayoría de las yemas a lo largo del brote del crecimiento del año anterior y cuajará un alto porcentaje de inflorescencias. De esta forma, habrá una gran cosecha por encima de las expectativas, debido al rendimiento del año anterior. Este alto rendimiento irá acompañado de un débil crecimiento vegetativo y un mínimo potencial de fructificación para el año siguiente. La cantidad de frío que se requiere para la inducción de la diferenciación invernal está relacionada linealmente con la relativa carga de fruto de un árbol en la estación precedente. Los árboles que tengan un alto rendimiento en el último año requerirán más frío para diferenciar la misma cantidad de botones florales que los árboles que hayan soportado menos frutos. No obstante, debe señalarse que si el rendimiento del año anterior excede de un nivel crítico, los

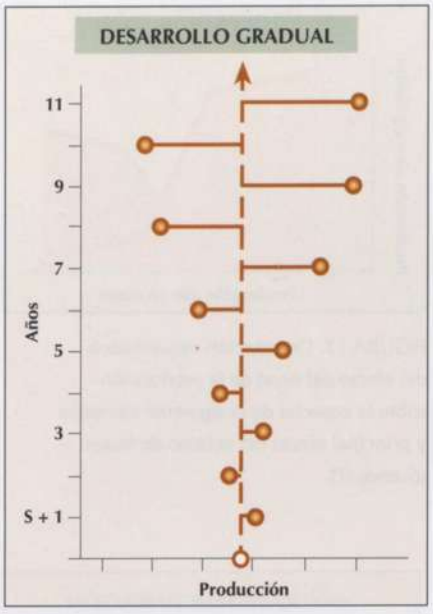


FIGURA 11. Descripción esquemática del desarrollo gradual de la vecería cuando no hay condiciones ambientales limitantes.

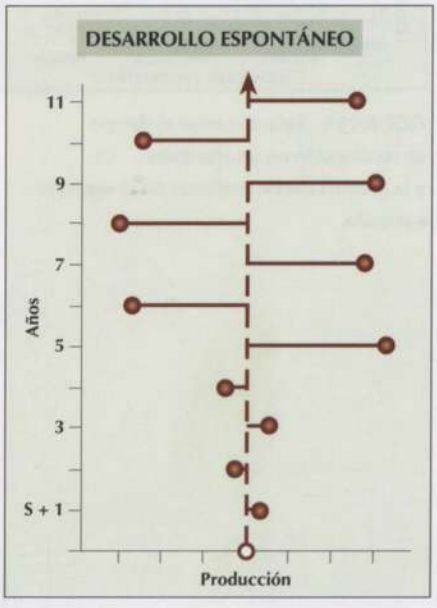


FIGURA 12. Desarrollo espontáneo de la vecería debida únicamente a las condiciones ambientales, antes de los cinco años registrados.

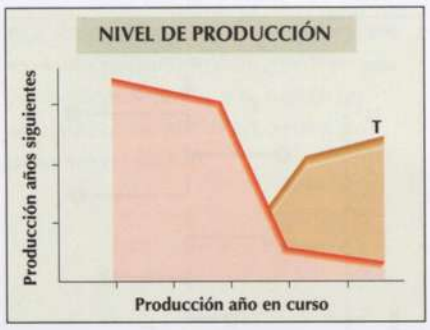


FIGURA 13. Descripción esquemática del efecto del nivel de la producción sobre la cosecha de la siguiente campaña y principal efecto del aclareo de frutos jóvenes (T).

FIGURA 14. Relación entre el tiempo de recolección en un año dado y la producción de aceitunas de la siguiente campaña.

botones florales no se formarán o lo harán sólo a un nivel muy bajo según la cantidad de frío. Las flores que se desarrollen bajo tales condiciones tendrán en la mayoría de los casos una escasa viabilidad y no cuajarán.

Se ha encontrado una vecería similar tanto en árboles de secano como en los de regadío. También se da una respuesta igual a los efectos climáticos en ambos tipos de condiciones. La intensificación del olivar mediante regadío y una nutrición controlada incrementa considerablemente el nivel medio de producción de fruto. Sin embargo, sin que se den intervenciones hortícolas específicas, la alternancia sigue siendo muy grande, si bien se produce un rendimiento alto.

A cualquier nivel, la aplicación de agua, procedente de un único riego complementario para un fertirregadío completo, implica una aumento en el rendimiento, que puede, por un lado, inducir la vecería cuando se aplica pronto, pero que, por otro lado, puede utilizarse como un instrumento adicional para reducirla. Aunque la alternancia es un fenómeno general del olivo, su importancia depende de las condiciones climáticas y culturales, así como de los tratamientos específicos en el olivar.

EFECTOS DE LA PRODUCCIÓN Y TASA DE CRECIMIENTO

La importancia general de la producción es el principal factor que determina el grado de diferenciación y cuajado al año siguiente (figura 13). El nivel de producción en un año dado tiene un efecto doble en la capacidad de fructificación del año siguiente. El primero implica mecanismos de control del desarrollo del fruto en el nivel de inducción y capacidad de diferenciación de los botones. El segundo, que es un efecto indirecto, implica el control de la intensidad del crecimiento vegetativo de los brotes que llevan el fruto del año siguiente. Es obvio que una limitación del porcentaje de crecimiento vegetativo tendrá como consecuencia unos brotes menores con menos botones y, por tanto, un potencial menor del número de inflorescencias para el siguiente año de fructificación. Por otro lado, árboles con un vigoroso crecimiento vegetativo debido a una cosecha actual escasa desarrollan largos brotes vegetativos y un gran número de botones para la potencial diferenciación de inflorescencias si las condiciones ambientales lo permiten.

La relación entre vigor vegetativo y vecería puede explicar parcialmente la escasa alternancia en árboles jóvenes. Durante los primeros años de desarrollo, después de plantar el árbol, el relativamente pequeño número de puntos de crecimiento vegetativo es un potente sumidero para metabolitos y de esta manera el crecimiento anual es fuerte y largo. Sin embargo, el rendimiento es todavía limitado a causa del pequeño tamaño del árbol y los largos internudos y por tanto hay un menor número de botones en los brotes vigorosos. De esta forma, el rendimiento aumentará anualmente durante los primeros años de crecimiento del árbol. Solamente después de que los árboles alcancen su tamaño total, el porcentaje individual de crecimiento apical se reduce y aumenta la relativa competencia del desarrollo de los frutos. Por otro lado, árboles o brotes muy vigorosos y especialmente el crecimiento en las ramas después de una fuerte poda permanecen al menos durante un año vegetativo adicional. Solamente más tarde se reactiva el equilibrio propio entre vigor del crecimiento vegetativo y fructificación.

La época de la recolección en un año dado produce un efecto mayor en la capacidad de fructificación del año siguiente (figura 14). Sin embargo, este hecho está limitado por una recolección de los frutos relativamente tardía (diciembre o enero). La recolección hasta esa fecha tiene un efecto relativamente reducido en el rendimiento del año siguiente. En condiciones intensivas de crecimiento, árboles con un rendimiento muy alto volverán a tener un rendimiento bajo al año siguiente, incluso si un crecimiento vegetativo considerable discurre paralelo al

alto rendimiento. En muchos casos las inflorescencias no estarán formadas todavía y si lo están, debido a las favorables condiciones del invierno, normalmente las flores no cuajarán o lo harán en pequeño número. Esto pone de relieve que la cantidad de reserva de metabolitos o un mecanismo de control regulado por el desarrollo de los frutos son responsables de la capacidad de fructificación anual del árbol o, en algunos casos, de las ramas individuales. Por tanto, un mecanismo de control endógeno parcialmente independiente de las condiciones ambientales regula la inducción y diferenciación de los botones florales.

RAZONAMIENTO METABÓLICO DE LA ALTERNANCIA

Antes se pensaba que la implicación de un agotamiento nutritivo del árbol durante el año de «carga» era la causa de unas condiciones nutritivas desfavorables para la inducción y diferenciación de los botones florales. En diversos lugares (Stutte y Martin, 1986a) se han hecho estudios sobre el estado nutricional de los olivos en los años de «carga y de descarga». Los resultados de este estudio no mostraron una clara relación entre el mineral o el nivel orgánico de reserva de metabolitos y la alternancia. En varios casos se han encontrado diferencias en la cantidad de muchos nutrientes entre las hojas de los árboles en «carga» y «descarga». Dichas diferencias, sin embargo, eran demasiado pequeñas para justificar la alternancia en la producción de fruto, o estaban relacionadas con la fase estacional de desarrollo del árbol (Priestley, 1977). Por consiguiente, la fuerte vecería del olivo no parece deberse a un agotamiento de los nutrientes. Parece, sin embargo, que la alternancia está controlada por inductores y represores de la inducción y diferenciación que desencadenan la producción de frutos en desarrollo. La eficacia de estos reguladores está determinada por las condiciones ambientales, principalmente las climáticas.

Los reguladores de crecimiento de la planta se han presentado como la señal de agentes de producción. La naturaleza e intensidad de sus respuestas depende de la relación entre ellos. En muchas especies frutales una aplicación exógena de un regulador de crecimiento, como la citoquinina, puede ser causa de la inducción y diferenciación del botón floral (Mullins, 1980; Grochowska, 1963). Sin embargo, esto no es posible en los olivos (Badr y Hartmann, 1972). Por otra parte, se ha señalado que el AIA es absorbido y trasladado después de su aplicación (Epstein y Lavee, 1977). Además, Epstein (sin publicar) ha demostrado que durante el período de diferenciación invernal de un año de «carga» el límite de la auxina (AIA) era considerablemente más elevado en las hojas de olivo que en un año de «descarga».

FOTOGRAFÍA 36. Efecto de la aplicación en invierno de ácido giberélico en la floración del cv Manzanillo. Izda.: ramas sin tratar; dcha.: tratadas con 1.000 mg/l AG.

Se ha señalado también que en muchas especies, incluido el olivo, el ácido giberélico reduce la diferenciación del botón floral (fotografía 36). No obstante, la época oportuna es específica para cada especie. En el olivo, la inhibición más fuerte se ha producido después de una aplicación en invierno, si bien se ha encontrado también un efecto inhibidor después de las aplicaciones de verano y otoño (Badr y col., 1970, Lavee y Haskal 1993).

El paclobutrazol antigiberelino se ha mostrado efectivo para reducir el crecimiento y aumentar la producción de frutos (Porlingis y Voyiatzis, 1986; Lavee y Haskal, 1993), mientras que el efecto del paclobutrazol en el olivo es más complejo que en la mayoría de las otras especies frutales y se ha señalado una falta de respuesta.

Un vigor vegetativo más elevado y una baja productividad están asociados con altos niveles de ácido giberélico. Por tanto, la relación de este regulador con la vecería no puede ser tan sencilla, ya que en el año de «carga» el crecimiento se retrasa tanto que el nivel del AG puede ser bajo en la época de diferenciación. Badr y col. (1970b) han demostrado que el ácido giberelino endógeno varía durante las diferentes etapas del desarrollo de los botones. En un reciente estudio Ben Tal (sin publicar) ha indicado que se detectan diferentes giberelinos en diversas fases del desarrollo de la yema. Éste ha sido el caso especialmente cuando se han comparado yemas de los árboles en años de «carga» y de «descarga». Parece, por consiguiente, que giberelinos específicos pueden ser los mensajeros de la señal que induce la diferenciación vegetativa o reproductora del botón. Varios investigadores han tratado de averiguar el origen de tales señales.

Se ha visto que las hojas son esenciales para la inducción del botón floral. La defoliación de los brotes de aceitunas en períodos críticos tiene como consecuencia una ausencia o una muy reducida diferenciación (Hackett y Hartamm, 1964). La eliminación de las hojas produce, además de una reducción de la fotosíntesis y por tanto del nivel de carbohidratos, la eliminación de la fuente de sustancias específicas con propiedades reguladoras como el naringenin en los melocotones (Erez y Lavee, 1969) el phlorizin en las manzanas y la oleoeuropeina en las aceitunas (Bongi, 1986).

Estudios realizados durante los últimos diez años muestran que el nivel de algunos ácidos fenólicos específicos, y especialmente el ácido clorogénico (AC), en las hojas está relacionado con la carga de frutos en los árboles (Lavee y Avidan, 1981). Una determinación cuantitativa del AC efectuada por HPLC (Cromatografía Líquida de Alta Resolución) (Epstein y col., 1987) demostró que el nivel de AC en las hojas es alto en los años de «carga», mientras que es bajo en los años de «descarga» (Figura 15). Se ha considerado (Lavee y Avidan, 1982) que

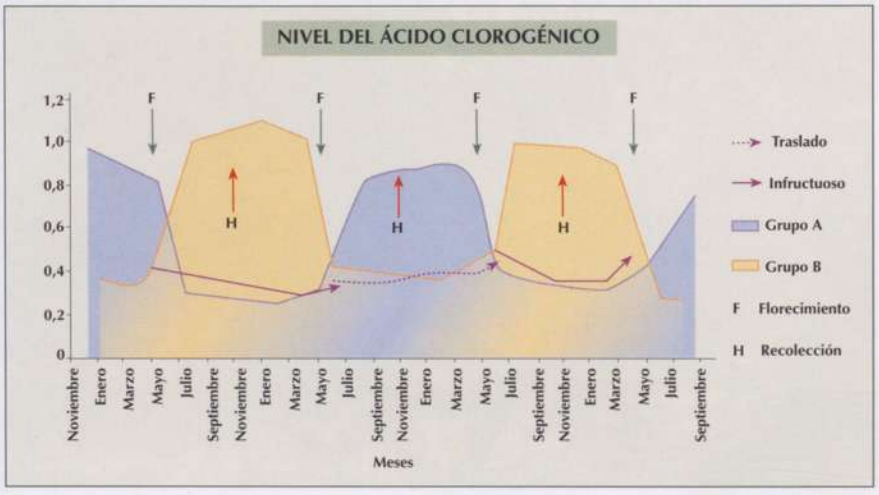
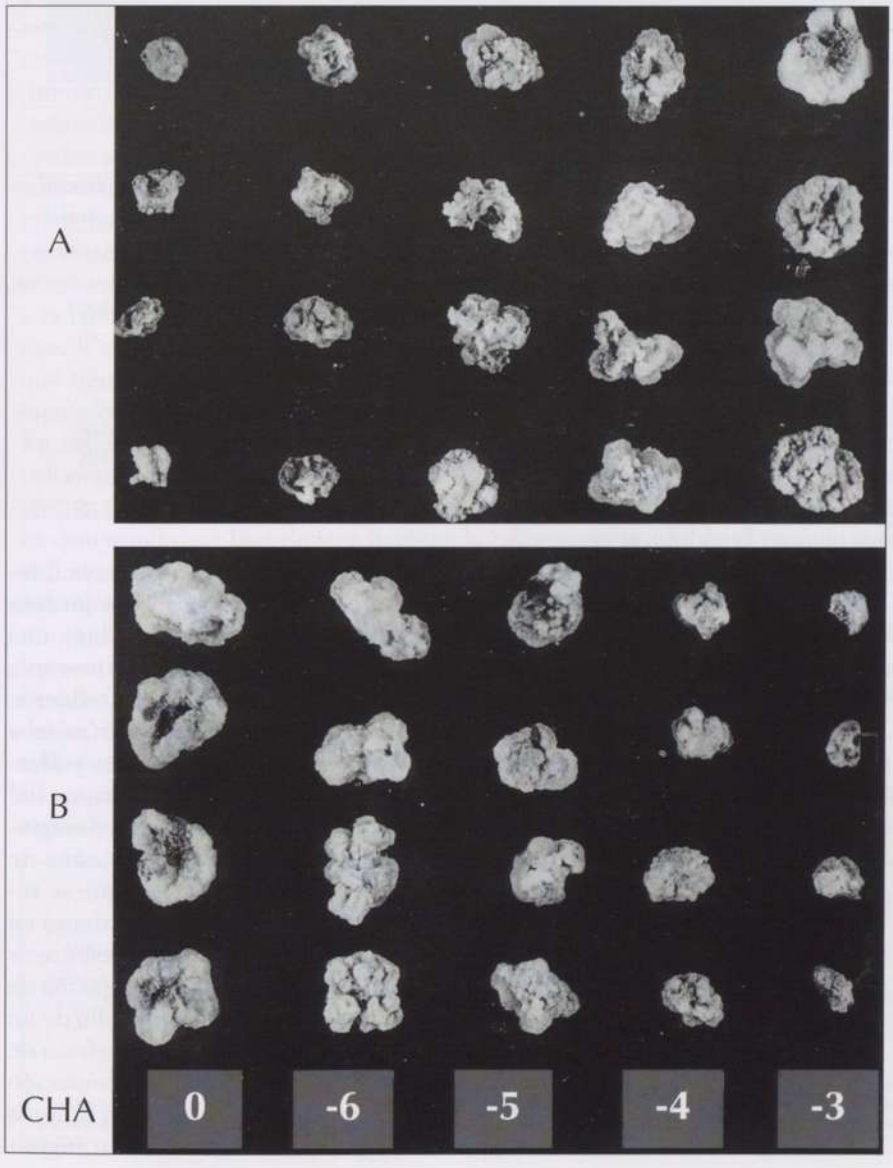


FIGURA 15. Cambio en el nivel del ácido clorogénico en las hojas durante los años de carga y de descarga.

el ácido clorogénico es activo en la inducción del crecimiento del tejido de la aceituna in vitro semejante al AIA (fotografía 37). De modo más significativo la inyección de AC en el árbol (fotografía 38) reduce en gran medida la cantidad de diferenciación de los botones florales (cuadro 3). Se ha hallado también alguna reducción con otros ácidos fenólicos de la órbita del ácido lignino cinámico, pero en una extensión considerablemente menor (Lavee y col., 1986). Este sistema de inyección ha sido utilizado también por Navarro y col. (1992) en España para estudiar la regulación química en los olivos.

Se ha indicado que la acumulación de AC en las hojas está controlada por el desarrollo del fruto en el árbol. La eliminación de los frutos jóvenes de los árboles después de la fructificación produce una acumulación de AC en las hojas y posibilita una buena diferenciación y un auge en la siguiente estación (figura 16). Esto no se produce cuando el fruto en los años de «carga» se elimina tarde (en el endurecimiento del hueso), cuando ya es elevado el nivel de AC en las hojas (Lavee y col., 1986). Navarro y col. (1990) han indicado que los botones de árboles «en descarga» contenían niveles más altos de RNA ya en julio-agosto que los botones de la misma edad en árboles «en carga». Además, los cálculos estadísticos mostraron que estos botones eran algo más grandes.



FOTOGRAFÍA 37. Efecto del ácido clorogénico (AC) y del ANA sobre el callus *in vitro* del cv Manzanillo. A. Sin ANA; B. 1,0 mg/l ANA.

FOTOGRAFÍA 38. Sistema de inyección a baja presión (A) desarrollado para introducir productos químicos en el sistema de transpiración de olivos en crecimiento. Después de la inyección la parte correspondiente se sella (B).

CUADRO 3
EFECTO DE APLICACIONES DE INVIERNO Y PRIMAVERA DEL ÁCIDO CLOROGÉNICO EN LA DIFERENCIACIÓN DE BOTONES FLORALES Y FRUCTIFICACIÓN EN ÁRBOLES DEL CV. MANZANILLO (el AC se inyectó en las ramas maestras)

Tratamiento de rama	Inflorescencia		Fruto cuajado	Frutitos	
	número por rama	porcentaje de control	%	número por rama	porcentaje de control
4 inyecciones 10 dic. - 10 feb.					
Sin tratar	227	100	26	59	100
AC inyectado	118	52	23	27	46
3 inyecciones 15 feb. - 25 mar.					
Sin tratar	220	100	28	62	100
AC inyectado	215	98	30	65	105
MSE	10	-	-	4	-

Así pues, un cambio en el metabolismo de la hoja afecta al control de la diferenciación de la yema frutal. Este cambio está inducido por los frutos jóvenes en desarrollo en el árbol. Además, los frutos en desarrollo son también una fuente para los reguladores del crecimiento como auxinas y giberelinos que afectan a la diferenciación de los botones florales. Hartman y col. describieron ya en 1967 unos compuestos hormonales que son traslocados por difusión a partir de frutos en desarrollo. Por otra parte, se ha demostrado (Stutte y Martin, 1986b) que suprimiendo los embriones de 4 semanas de los frutos del olivo la vecería era mínima, aunque los propios frutos continuaran desarrollándose en los árboles. El efecto de la escasez de frutos en los años de «carga» sobre el nivel de producción en el año siguiente se debe a que se reduce el efecto del control de la inducción y diferenciación de los embriones en desarrollo y no a la competencia por los nutrientes entre los frutos en crecimiento y los botones en diferenciación. Esta importancia de la acumulación de los ácidos fenólicos en las hojas es de especial interés para el desarrollo de un cambio metabólico a largo plazo. De esta forma, puede explicarse el efecto de los embriones en desarrollo a comienzos del verano sobre la diferenciación tardía invernal de los botones inducidos del verano. Nuestros trabajos sobre la vecería realizados en los últimos quince años (Lavee, 1989) nos hacen sugerir

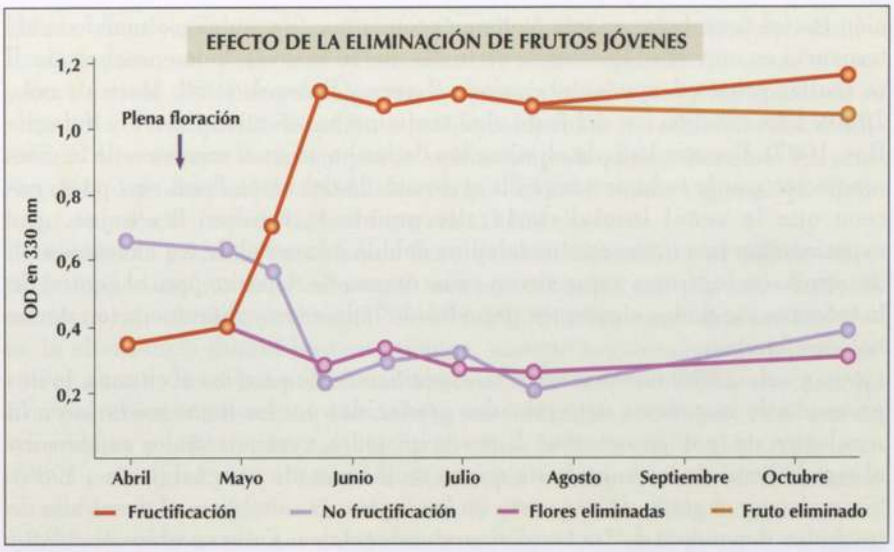


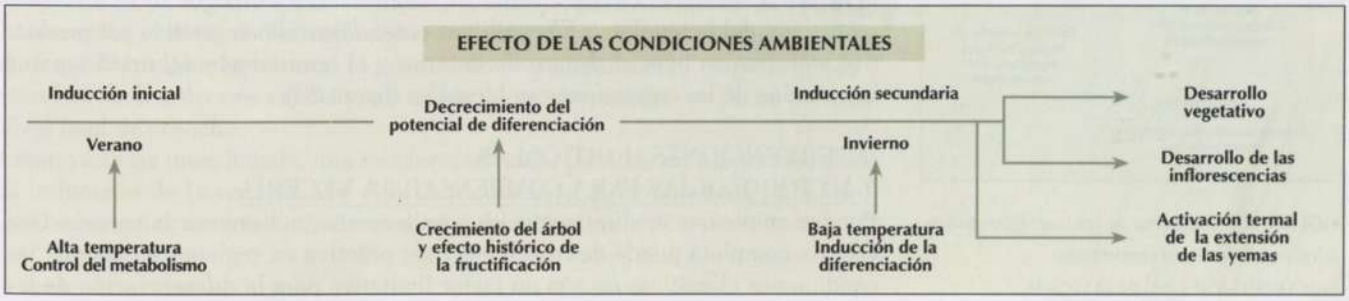
FIGURA 16. Efecto de la eliminación de frutos jóvenes durante y después de la acumulación de ácido clorogénico en las hojas del cv Manzanillo.

que la inducción inicial de la diferenciación de los botones florales tiene lugar a comienzos del verano, como sucede en otras muchas especies frutales. La estación invernal, que generalmente se consideraba el período de diferenciación de los botones florales, debe considerarse, sobre todo, como un período (invierno tardío) secundario de diferenciación de los órganos basado en una inducción primaria en verano (figura 17). Recientemente este hecho ha sido confirmado por experimentos con inyecciones de AG (Fernández Escobar y col., 1992). Un estudio efectuado por Rallo y Martin (1991) también ha confirmado indirectamente este planteamiento, si bien opinan que unas bajas temperaturas en el invierno influyen asimismo en el proceso secundario de diferenciación floral. Desde su punto de vista, el frío que requiere el olivo se debe a la latencia de los botones. Sin embargo, este hecho puede cuestionarse si se tienen en cuenta los datos de muchos estudios realizados sobre la capacidad que tienen los botones del olivo para abrirse bajo diferentes condiciones ambientales controladas.

En las inflorescencias del olivo se ha observado claramente la participación de embriones en desarrollo en la producción de factores reguladores difusibles que afectan tanto a la iniciación floral como al desarrollo de órganos reproductivos. Se ha demostrado que las primeras flores en la inflorescencia inhiben el cuajado normal, en muchos cultivares, de frutos adicionales en la inflorescencia. Además, cultivares con capacidad para desarrollar frutos partenocárpicos a menudo formarán racimos de tales frutos en las inflorescencias sin un fertilizado normal del fruto en desarrollo. Por otra parte, los estudios sobre la eliminación de las semillas llevados a cabo por Stutte y Martin (1986b) muestran que sólo los embriones producen efecto sobre la inducción de los botones florales en la siguiente estación, sin tener en cuenta la cantidad de frutos sin semillas dejados en cada árbol.

El crecimiento del embrión de la aceituna se produce unos 6 meses antes de la siguiente diferenciación de los botones florales, aunque parece que la induc-

FIGURA 17. Diagrama del efecto de las condiciones ambientales sobre las fases reproductivas y vegetativas de los olivos.



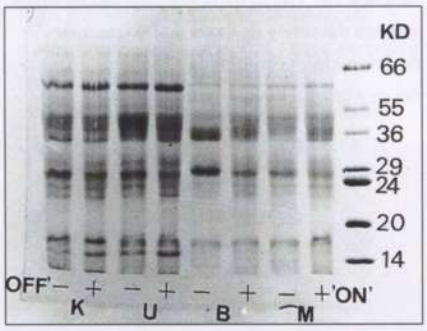


FIGURA 18. Distribución de las proteínas en las hojas de olivos en años de carga (+) y de descarga (-) de cuatro cultivares. K. Koronaiki, U. Uovo de Piccione, B. Barnea, M. Manzanillo. Muestra tomada antes de la recolección, el 29 de oct.

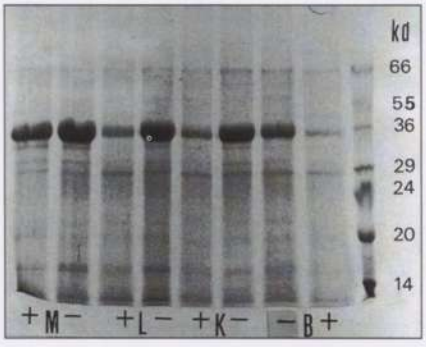


FIGURA 19. Distribución de las proteínas en la corteza de brotes de un año de olivos en año de carga (+) y de descarga (-) de cuatro cultivares. M. Manzanillo; L. Leccino; K. Koronaiki y B. Barnea. Muestra: 29 de julio.

FIGURA 20. Diagrama de las fases que atañen a los reguladores de crecimiento para controlar el nivel de la vecería.

ción inicial tiene lugar en una fecha más temprana. Sin embargo, cuando la alternancia es muy alta, la escasez de frutos afecta al nivel de la cosecha sólo si se realiza pronto después del cuajado (Lavee y Spiegel, 1958; Martin y col., 1980). Una eliminación del fruto algo tardía no fue efectiva (Lavee y Spiegel-Roy, 1967). Por otro lado, la eliminación de las hojas en el momento de la diferenciación puede reducir o impedir el desarrollo del botón floral. Así pues, parece que la señal inicial de la alternancia la reciben las hojas, que experimentan una alteración metabólica debida a la señal de los embriones en desarrollo en los frutos y que sirven como órgano de depósito para el control de la información de los siguientes períodos de inducción y diferenciación de los botones florales.

Lavee y col. (1986) han demostrado, específicamente para las aceitunas, la implicación de sustancias determinadas producidas por las hojas maduras en la regulación de la diferenciación. Una vez iniciados, continuarán los cambios en el metabolismo de las hojas hasta que se reciba una nueva señal (Lavee, 1989). Sin embargo, el grado de respuesta de las hojas a la señal para el desarrollo de los frutos dependerá de las condiciones ambientales. Estos cambios metabólicos en las hojas afectan a muchos compuestos fenólicos y flavonólicos. La mayoría de estos compuestos tienen efectos inhibidores sobre la diferenciación de los botones florales, pero pueden inducir el crecimiento de la célula in vitro (Feucht y Johal, 1977; Lavee y Avidan, 1982). Por consiguiente, cabe suponer que la vecería está regida por el grado de inhibición de la diferenciación de los botones florales. Como consecuencia se establece un equilibrio según el potencial desarrollo vegetativo-reproductivo de los árboles.

En la actualidad se está estudiando la expresión metabólica de fructificación y no fructificación de los árboles. Se está determinando (Lavee, 1994) la aparición y desaparición de proteínas específicas en las hojas de árboles en fructificación y no fructificación con miras a una futura caracterización y posible activación de genes implicados en la pauta metabólica que lleva a la diferenciación de los botones florales. Se ha comprobado (figura 18) que existen diferencias en las proteínas de las hojas en olivos en fructificación y no fructificación de diversos cultivares. Sin embargo, se han encontrado diferencias más significativas, especialmente de proteínas de 16 y 32 kd, en la corteza de los brotes de un año (figura 19). Los botones de estos brotes son estimulados para el desarrollo floral o el crecimiento vegetativo de la estación siguiente. Estudios citoquímicos de los botones respaldan también los hallazgos fisiológicos hortícolas sobre una inducción temprana en verano que lleva a una tardía diferenciación del botón floral (Pinney y Polito, 1990).

A la vista de la información acumulada hasta ahora, se sugiere (Lavee, 1994) que la vecería se inicia con una señal, probablemente unas hormonas que son traslocadas por difusión de los frutos en desarrollo a las hojas. En éstas, se produce un cambio metabólico mediante la activación de genes específicos que llevan a la producción de un inhibidor de la diferenciación en una proporción determinada por la intensidad de la señal y las condiciones ambientales. El inhibidor de la hoja (probablemente fenólico) determinará el grado y la respuesta de los botones para experimentar un cambio metabólico que lleve a la diferenciación del botón floral. El equilibrio entre desarrollo vegetativo y reproductivo se forma en base al desarrollo anterior y el rendimiento del árbol y a una interacción de las condiciones ambientales (figura 20).

INTERVENCIONES HORTÍCOLAS Y METODOLOGÍAS PARA COMPENSAR LA VECERÍA

Pueden emplearse medios hortícolas para aumentar o disminuir la vecería. Una vecería completa puede desarrollarse y ser práctica en regiones en las que las condiciones climáticas no son un factor limitativo para la diferenciación de los

botones florales. En estas condiciones, puede inducirse a la mitad del olivar a llevar fruto un año y a la otra mitad a llevarlo al año siguiente. La cosecha conjunta de estos dos años será algo menor, pero la reducción en los costes de la mitad del olivar que no lleva fruto puede compensar la reducción del rendimiento. Una vecería completa puede realizarse podando severamente los retoños de la copa después de un año de «carga». El crecimiento vigoroso que tiene lugar después de la poda llevará fruto sólo al año siguiente.

Para evitar la pequeña cantidad de fruto que se desarrolla en el año de «descarga», puede aplicarse a la floración una pulverización con una concentración relativamente elevada de ANA (120-150 mg/l). Una vez terminada por completo, la alternancia durará bastante tiempo, aunque ocasionalmente habrá que volver a tratar los árboles de forma similar para conservar dicha alternancia. Una pulverización invernal con AG (Lavee y Haskal, 1994) antes del año de «descarga» puede ayudar también a eliminar la floración. Pueden aplicarse métodos similares para eliminar la alternancia y conseguir una cosecha anual razonablemente uniforme. En este caso, la poda y, sobre todo, la poda severa debería llevarse a cabo antes del año de «carga». Los frutos pequeños pueden también utilizarse en los años de «carga» (Lavee y Spiegel, 1958, 1967; Martin y col., 1990) para disminuir el número de frutos y permitir un mayor crecimiento vegetativo y por lo tanto una mejor diferenciación de los botones florales en el año de «descarga». Esto es especialmente importante en los olivares intensivos de aceitunas de mesa en los que el tamaño del fruto tiene una mayor importancia económica para la industria envasadora. Conviene no olvidar que el desarrollo de las semillas rige la alternancia. En efecto, una cosecha que tenga un gran número de frutos pequeños provoca una alternancia mucho mayor que un número pequeño de grandes frutos.

El anillado de las ramas puede también reducir la vecería. Esto es especialmente útil en condiciones que limiten la diferenciación invernal. En estas condiciones, se ha probado que el anillado invernal (Lavee y col., 1983; Ben-Tal y Lavee, 1984) aumenta la diferenciación de los botones florales y el cuajado (figura 21).

Para garantizar una producción uniforme anual el anillado se efectúa en la mitad de las ramas del árbol en un año y en la otra mitad en el siguiente. De esta forma, cada rama se anilla cada dos años. Aunque los mejores resultados se consiguen con navajas mecánicas (de unos 10 mm de ancho), también es posible un anillado químico pintando un anillo en la rama con morfactin disuelto en aceite (Ben-Tal y Lavee, 1985). Es importante cubrir la región anillada con la navaja con una lámina de plástico (fotografía 39) para evitar que se sequen las heridas y que penetren los insectos, así como para facilitar un rápido desarrollo del callo en el tejido herido.

Una pulverización de invierno con una concentración moderada de AG (500 mg/l) antes del año de «carga» puede ayudar también a reducir el número de inflorescencias y la carga de frutos. Esto llevará también a un incremento de la diferenciación en los años de «descarga».

Debe hacerse hincapié en el hecho de que la intensificación del olivar mediante la aplicación de regadío e incrementando los nutrientes no controlan la vecería. Incrementar el nivel de intensificación aumenta el crecimiento y la producción de fruto. Por tanto, la vecería, si no se reduce artificialmente, seguirá produciéndose en los olivares extensivos y en los de secano, aunque se dé un elevado nivel total de cosecha.

Como ya se ha mencionado, una recolección tardía produce un mayor efecto en la inducción de la vecería. Por ello, la recolección debe hacerse al final del cambio de color, no más tarde de mediados de diciembre.

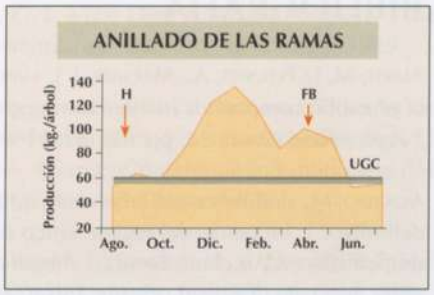


FIGURA 21. Efecto de un único anillado en las ramas del cv Uovo di Piccione en la cosecha de la siguiente campaña. H. Cosecha; FB. Floración total; UGC. Control sin anillado.

FOTOGRAFÍA 39. Desarrollo del callo con un anillado mecánico repetido durante 10 años. Cada rama se anilla cada dos años.

BIBLIOGRAFÍA

AMIOT, M. J.; FLEURIET, A.; MACHEIX, J. J. «Importance and evolution of phenolic compounds in olive during growth and maturation». *J. Agric. Food Chem.* 34, pp. 823-826. 1986.

AGABBIO, M. «Influenca dell-intervento irriguo sul ciclo produttivo dell-olivo. 1. Influenze del regime idrico sull-accrescimento delle drupe della cv. Ascolana Tenera». *Annali della Facolta di Agraria dell-Universita di Sassari,* 25, pp. 266-272. 1977.

ALTAMURA BETTI, M. M.; PASQUA, G.; MAZZOLANI, G. «Embryogenesis in *Olea europaea L.*». *Annali di Botanica,* 40, pp. 141-152. 1982

AVIDAN, B.; LAVEE, S. «Physiological aspects of rooting ability of olive cultivars». *Acta Hortic.* 79, pp. 93-100. 1978.

BADR, S. A.; HARTMANN, H. T. «Effect of diurnally fluctuating vs. constant temperature on flower induction and sex expression in olive (*Olea europaea*)». *Physiol. Plant.* 24, pp. 40-45. 1971.

BADR, S. A.; HARTMANN, H. T. «Flowering response of olive (*Olea europaea* L.) to certain growth regulators applied under inductive and noninductive environments». *Bot. Gaz.* 133, pp. 387-392. 1972.

BADR, S. A.; BRADLEY, M. V.; HARTMANN, H. T. «Effect of gibberellic acid and indol acetic acid on shoot and xylem differentiation and develolpment in olive, *Olea europaea* L. J.». *Amer. Soc. Hort. Sci.*, 95, pp. 431-431. 1970a.

BADR, S. A.; HARTMANN, H. T.; MARGIN, G. C. «Endogenous gibberellins and inhibitors in relation to flower induction and inflorescence development in the olive». *Plant Physiol.*, 46, pp. 674-679. 1970b.

BARRANCO, D.; RALLO, L. *Las variedades de olivo cultivadas en Andalucía*. pp. 54-63. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentacion. Junta de Andalucía. 1984.

BEAKBANE, B. «Structure of the plant stem in relation to adventitous rooting». *Nature,* 192, pp. 954-955. 1961.

BEN-TAL, Y.; LAVEE, S. «Girdling olive trees, a partial solution to biennial bearing. II. Influence of consecutive mechanical girdling on flowering and yield». *Riv. Ortoflorofrutti. It.*, 68, pp. 441-451. 1984.

BEN-TAL, Y.; LAVEE, S. «Girdling olive trees, a partial solution to biennial bearing. III. Chemical girdling: its influence on flowering and yield». *Riv. Ortoflorofrutti. It.*, 69, pp. 1-11. 1985.

BONGI, G. «Oleuropein: an Olea europaea secoiridioid biologically active on growth regulation». *Acta Hortic.*, 178, pp. 245-249. 1986.

BONGI, G.; LONG, S. «Light-dependent damage to photosynthesis in olive leaves during chilling and high temperature stress». *Plant Cell Environ,* 10, pp. 241-249. 1987.

BONGI, G; MENCUCCINI, M.; FONTANAZZA, G. «Photosynthesis of olive leaves: effect of light flux density, leaf age, temperature, peltates and H_2O vapour pressure deficit on gas exchange». *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 112, pp. 143-148. 1987.

BRADLEY, M. V.; GRIGGS, W. H. «Morphological evidence of incompatibility in *Olea europaea L.*». *Phytomorphology,* 13, pp. 141-156. 1963.

BRADLEY, M. V.; GRIGGS, W. H.; HARTMANN, H. T. «Studies on self- and cross-pollination of olives under varying temperatures». *Calif. Agric.*, 15 (3), pp. 4-5. 1986.

BROOKS, R. M. «The relative incidence of perfect and staminate olive flowers». *Amer. Soc. Hort. Sci. Proc.*, 52, pp. 213-218. 1948.

BROWICZ, K.; ZIELINSKI, J. «*Olea europaea* L.», en: *Chorology of trees and shrubs in Southwest Asis and adjacent regions,* 7, pp. 13-49. *Polish Scientific Publishers,* Varsovia, 1990.

CANAS, L. A.; WYSSMANN, A. M.; BENBADIS, M. C. «Isolation, culture and division of olive (*Olea europaea* L.) protoplasts». *Plant Cell Rep.*, 5, pp. 369-371. 1987.

CANAS, L. A.;BENBADIS, A. «Plant regeneration from cotyledon fragments of the olive tree (*Olea europaea* L.)». *Plant Sci.*, 54, pp. 65-74. 1988.

CANTARELLI, C. «Cultivar e pigmentazione delle olive: esame analitico dei polifenoli delle drupe di diverse cultivar dell'Italia Centrale». Atti 1 *Conf. Naz. Olivicolo-Oleario,* pp. 283-293. Spoleto, 1962.

CIFERRI, R. «Recenti progressi degli Studi botanico-agari sull'olivo. Convegno di Studi Olivicoli». *R. Accad Georgofilfi,* pp. 49-95. Florencia, 1942.

CIFERRI, R. «Dati ed ipotesi sull'origine e l'evoluzione dell'olivo». *Olearia,* 1, pp. 115-122. 1950a.

CIFERRI, R. «Análisis de la poblaciones del acebuche como método para el estudio de la hibridacion introgresiva del olivo». *13th Cont. Int. Olec.* Madrid, 1950b.

CIFERRI, R.; MARINUCCI, M.; MORETTINI, A. «Dati preliminari per una sistemazione delle razze di olivo in coltura». *L'Olivocultura,* 1, pp. 3-37. 1942.

COLLENETTE, S. «The sweet olive of Saudi Arabia». *The Kew Magazine,* 5, pp. 36-38. 1988.

D'AMORE, R.; IANNOTTA, N.; PERRI, L. «Contribuoto allo studio delle principali cultivar D'olivo presenti in Calabria». *Annali dell-Instituto Sperimental per l'Olivicoltura,* Consenza. Numero-Speciale, pp. 1-113. 1978.

DENNEY, J. O; MACEACHERN, G. R. «An analysis of several climatic temperature variables dealing with olive production». *J. Amer. Soc., Hort. Sci.*, 108, pp. 578-581. 1983.

DROBISH, H. E. «Olive thinning and other means of increasing size of olives». Bul. 490 Universidad de California, Berkeley. 1930.

ELANT, H. «Effect of irrigation on the composition of olives». *Terre Maroc.*, 30, pp. 118-129. 1956.

EPSTEIN, E.; AVIDAN, N.; LAVEE, S. «Quantitation of chlorogenic acid in plants by HPLC». *Hort Science*, 22, pp. 1158. 1987.

EPSTEIN, E.; LAVEE, S. «Uptake, translocation and metabolism of IAA on the Olive (*Olea europaea*)». *J. Exp. Bot.*, 28, pp. 619-635. 1977.

EREZ, A.; LAVEE, S. «Prunin identification, Biological activity and quantitative change in comparison to Naringenin in dormant peach buds». *Plant Physiol.*, 44, pp. 342-346. 1969.

EXTREMERA, G.; RAPOPORT, H. F.; RALLO, L. «Caracterizacion del saco embrionario en olive (*Olea europaea* L.)». Anales Jardin-Botanico. Madrid 45(1), pp. 197-211. 1988.

FAHN, A. *Plant Anatomy*, pp. 52-83. Peramon Press. 1975.

FERNÁNDEZ-DIEZ, M. S. «The olive», en: *The Biochemistry of Fruits and Their Products*. Vol. 2. Hulme. A.C. Ed., Academic Press, pp. 255-279. London, 1971

FERNÁNDEZ-ESCOBAR, R.; BENLLOCH, M.; NAVARRO, L.; MARTIN, G. C. «The time of floral induction on the olive». *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 117, pp. 304-307. 1992.

FERNÁNDEZ-ESCOBAR, R.; GÓMEZ-VELLEDOR, G.; RALLO, L. «Influence of pistil extract and temperature on in vitro pollen germination and pollen tube growth of olive cultivars». *J. Hort. Sci.*, 58, pp. 219-227. 1983

FEUCHT, W.; JOHAL, C. S. «Effect of chlorogenic acid on the growth of excised young stem segments of Prunus avium». *Acta Hort*, 78, pp. 109-114. 1977.

FIORINO, P.; ANTOGNOZZI, E; PARLATI, M. V.; SCHIAPARELLI, A.; ZUCCONI, F. «Impiego del CEPA nel controllo della maturazione ed abscissione delle Olive». Atti Fitoregolatori nel Controllo della Produzione degli Alberi da Frutto, pp. 55-75. Ferrara, 1981.

FLAHAULT, R. «L'Olivier», Ann. Ecole Nat. Agric. t. II. Montpellier, 1886.

FONTANAZZA, G.; PREZZIOSI, P. «L'Olivo e le basse temperature. Observazioni su 37 cultivar de olio e 20 cultivar de mesa». *L'Italia Agricola*, 106, pp. 7-8. 1969.

GAROGAN, L.; HOREL, L. «California Olives situation and outlook». *Calif. Agric.*, 34(2), pp. 10-13. 1980.

GREEN, P. S.; WICKENS, G. E. «The *Olea europaea* complex». The Davis and Hedge Festschrift, pp. 287-299. Edinburgo, 1989.

GERARDUZZI, J. B. «Determination de l'autocompatibilite et de l'auto- incompatibilite des varieties d'olives entre elles dans la Republique Argentine». Premier Conference Internationale des Techniques Oleicoles, pp. 106-113 Tánger, 1958.

GRIGGS, W. H; HARTMANN, H. T.; BRADELY, M. V. «Iwakiri B.T. and Whisler J. 1975. Olive pollination in California». *Calif. Agric.* Exp. Sta. Bulletin 869.

GROCHOWSKA, M. J. «Studies on natural growth regulators in apple trees in relation to biennial bearing». Bul. Acad. Pol. Sci., Ser. Biol., 11, pp. 585-590. 1963.

HACKETT, W. P.; HARTMANN H. T. «Morphological development of olive as related to low temperature requirement for inflorescence formation». *Bot. Gaz.*, 124, pp. 383-387. 1963.

HACKETT, W. P.; HARTMANN H. T. «Inflorescence fomation in olive as influenced by low temperature, photoperiod, and leaf area». *Bot. Gaz.*, 125, pp. 65-72. 1964.

HACKETT, W. P.; HARTMANN H. T. «The influence of temperature on floral initiation in the olive». *Physiol. Plant.*, 20, pp. 430-436. 1967.

HARTMANN H. T. «Growth of the olive fruit». *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 54, pp. 86-94. 1949.

HARTMANN H. T. «Time of floral differentiation of the olive in California». *Bot. Gaz.*, 112, pp. 323-327. 1951.

HARTMANN H. T. «Spray thinning of olives with naphthalene-acetic acid». *Proc. Am. Soc. Hort. Sci.*, 59, pp. 187-195. 1952.

HARTMANN H. T. «Effect of winter chilling on fruitrfullness and vegetative growth in the olive». *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 62, pp. 184-190. 1953.

HARTMANN H. T.; KESTER, D. *Plant propagation*. Prentice Hall, pp. 222-230. 1968.

HARTMANN H. T.; OPITZ, K. w. «Olive production in California». *Calif. Agric.* Exp. Sta. Ext. Serv. Circ., 540, pp. 63. 1966.

HARTMANN H. T.; PANETSOS, C. «Effect of soil moisture deficiency during floral development on fruitfulness in olives». *Proc. Am. Soc. Hort. Sci.*, 78, pp. 209-217, 21. 1962.

HARTMANN H. T.; PORLINGIS, I. «Effect of different amounts of winter-chilling in fruitfulness of several olive varieties». *Bot. Gaz.*, 119, pp. 102-104. 1957.

HARTMANN H. T.; WHISLER, J. E. «Flower production in olive as influenced by various chilling temperature regimes». J. *Amer. Soc. Hort. Sci.*, 100, pp. 67-674. 1975.

HARTMANN H. T.; FEDAL, M. S.; HACKETT, W. P. «Initiation of flowering and changes in endogenous inhibitors and promoters in olive buds as a result of chilling». *Physiol. Plant.*, 20, pp. 746-759. 1967.

KING, J. R. «Morphological development of the fruit of the olive». *Hilgardia*, 11, pp. 437-454. 1938.

KLEIN, I.; LAVEE, S. «The effect of nitrogen and potassium fertilizers on olive production». Proceedings of the 13th Colloquium of the International Potash Institute York, England, pp. 295-304. 1977.

LAVEE, S. «Influence de substances de croissamce et de metabolites dans un onguent cireux sur la cicatrisation de plaies de taille chez l'olivier». Infor. Inter. Oleiculture, 60-61, pp. 105-113. 1963.

LAVEE, S. «The growth potential of the olive fruit mesocarp in vitro (*Olea europaea*)». *Acta Hortic.*, 78, pp. 115-122. 1977.

LAVEE, S. «Olea europaea», en: Halevy A (ed) *Handbook on flowering*, vol. III. CRC Boca-Raton, pp. 423-433. 1985.

LAVEE, S. «Olive», en: S.P. Monselise (ed.). *Handbook of fruit set and development*. CRC Press, Boca Raton, Fla., pp. 267-276. 1986.

LAVEE, S. «Involvement of plant growth regulators and endogenous growth substances in the control of alternate bearing». *Acta Hortic.*, 239, pp. 311-322. 1989.

LAVEE, S. «Aims, methods and advances in breeding of new olive (*Olea europaea* L.) cultivars». *Acta Hortic.*, 286, pp. 23-36. 1990.

LAVEE, S. «Evolution of cultivation techniques in olive growing», en: *Olive oil quality*. pp. 37-44. Florencia, 1992.

LAVEE, S.; AVIDAN, N. «Possible involvement of chlorogenic acid in controlling alternate fruiting of the olive». Proc. 13th Int. Bot. Cong., Sydney, 62. 1981.

LAVEE, S.; AVIDAN, N. «Growth responses of tree callus to chlorogenic acid and related phenolic substances». Proc. 5th Cong. Plant Tissue and Cell Culture, Tokio, pp. 165-168. 1982.

LAVEE, S.; AVIDAN, N. «Protein content and composition of leaves and shoot bark in relation to alternate bearing of olive trees (*Olea europaea* L.)». *Acta Hortic.*, 356, pp. 143-147. 1994.

LAVEE, S.; DATT, Z. «The necessity of cross-pollination for fruit set of Manzanillo olives». *J. Hort. Sci.*, 53, pp. 261-266. 1978.

LAVEE, S.; HARSHEMESH, H. «Climatic effect on flowering induction in semi-juvenile olive plants. (*Olea europaea*)». *Olea*, 17, pp. 89-93. 1986.

LAVEE, S.; HASKAL, A. «Partial fruiting regulation of olive trees (*Olea europaea* L.) with paclobutrazol and gibberellic acid in the orchard». *Adv. Hort. Sci.*, 7, pp. 83-86. 1993.

LAVEE, S.; MARTIN, G. C. «Ethylene evolution from various developing organs of olive (*Olea europaea*) after excision». *Physiol. Plant.*, 51, pp. 33-38. 1981.

LAVEE, S.; MESSER, G. «The effect of growth regulating substances and light on olive callus grwoth in vitro». *J. Exp. Bot.*, 20, pp. 604-614. 1969.

LAVEE, S.; SPIEGEL, P. «Spray thinning of olives with growth regulators». *Ktavim*, 9, pp. 129-138. 1958.

LAVEE, S.; SPIEGEL-ROY, P. «The effect of time of application of two growth substances on the thinning of olive fruit». *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 91, pp. 180-185. 1967.

LAVEE, S.; TANNE, E. «Spherosis - A virus disease of the olive (*olea europaea*) 1. Symptoms, growth, tree development and production». *Olea*, 16, pp. 71-75. 1984.

LAVEE, S.; WODNER, M. «Factors effecting the nature of oil accumulation in fruit of olive (*Olea europaea*) cultivars». *J. Hort. Sci.*, 66, pp. 583-591. 1991.

LAVEE, S.; HARSHEMESH, H.; AVIDAN, N. «Phenolic acids - possible involvement in regulating growth and alternate fruiting in olive trees». *Acta Hortic.*, 179, pp. 317-328. 1986.

LAVEE, S.; HASKAL, A.; BEN-TAL, Y. «Girdling olive trees, a partial solution to biennial bearing. I. Methods, timing and direct tree response». *J. Hort. Sci.*, 58, pp. 209-218. 1983.

LAVEE, S.; NASHEF, M.; WODNER, M.; HARSHEMESH, H. «The effect of complementary irrigation added to old olive trees (*Olea europaea* L.) cv. 'Souri' on fruit characteristics, yield and oil production». *Adv. Hort. Sci.*, 4, pp. 135-138. 1990.

LIPHSCHITZ, N.; GOPHNA, R.; HARTMAN, M.; BIGER, G. «The beginning of olive (*Olea europaea*) cultivation in the world: A reassessment». *J. Archaeological Sci.*, 18, pp. 441-453. 1991.

MARTIN, G. C.; LAVEE, S.; SIBBETT, G. C.; NISHIJIMA, C.; CARLSON, S. P. «A new approach to thinning olives». *Calif. Agric.*, 34(8-9), pp. 7-8. 1980.

MAZZOLANI, G.; ALTAMURA BETTI, M. M. «Elementi perla revisione del genere olea (Tourn)». Linn. Ann. Boranica, 36, pp. 463-469; 37, pp. 127-154; 38, pp. 15-31; 38, pp. 140-172; 39, pp. 177-196. 1977-1981.

MONSELISE, S. P.; GOLDSCHMIDT, E. E. «Alternate bearing in fruit trees». *Hort. Reviews*, 4, pp. 128-173. 1982.

MORETTINI, A. «Importanza delleposa di differenziazione delle gemme legnose in fiorifere mell'olive». *L'olivicoltore*, No. 1. 1938.

MORETTINI, A. «Influenza della defogliazione anticipata sulla fioritura e la fruttificazione dell'olive». *Ann. Speri. Agrar.*, 5, pp. 309-329. Roma, 1951.

MORETTINI, A. *Olivicoltura*. Ramo Editorial Degli Agricoltori. Roma, 1972.

MORETTINI, A.; BENEDETTI, A. «Ricerche sull'autosterilita ed autofertilita delle varieta di olivo coltivate nelle provinci di Roma». *L'Olivicoltore,* 19:(10), pp. 3-9. 1942.

MORETTINI, A.; PULSELLI, A. «L'Azione del vento nel trasporto del polline dell'olivo». Annali della Speri. Agraria. (N.W.). Rome, 1953.

MORETTINI, A.; VALLEGGI, M. «Ricerche sull'autofertilita e sull autosterilita delle varieta di olivo nel Pesciatino». *L'Olivicoltore,* 17(3), pp. 12-17. 1940.

MULLINS, M. G. «Regulation of flowering in the grapevine (Vitis vinifera L.)», en: F., Skoog (ed.) Plant Growth Substances 1979. Springer Verlag, Nueva York, 323. 1980.

NAHLAWI, N.; RALLO, L.; CABALLERO, J.; EGUREN, J. «Aptitude a l'entracinement de cultivars d'oliver en bouturage herbace sous nebulisation». *Olea,* 2, pp. 11-25. 1975.

NAVARRO, C.; FERNÁNDEZ-ESCOBAR, R.; BENLLOCH, M. «Flower bud induction in 'Manzanillo' olive». *Acta Hortic.*, 286, pp. 195-198. 1990.

NAVARRO, C.; FERNÁNDEZ-ESCOBAR, R.; BENLLOCH, M. «A low-pressure, trunk injection method for introducing chemical formulation into olive trees». *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 117, pp. 357-360. 1992.

PINNEY, K.; POLITO, V. S. «Flower initiation in 'Manzanillo' olive». *Acta Hortic.*, 286, pp. 203-206. 1990.

PORLINGIS, I. C.; VOYIATZIS, D. G. «Influence of paclobutrazol plant growth regulator on vegetative and reproductive growth of olives. (*Olea europaea* L.)». *Acta Hortic.*, 179, pp. 587-588. 1986.

PRIESTLEY, C. A. «The annual turnover of resources in young olive trees». *J. Hort. Sci.*, 52, pp. 105-112. 1977.

RALLO, L.; FERNÁNDEZ-ESCOBAR, R. «Influence of cultivar and flower thinning within the inflorescence on competition among olive fruit». *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 110, pp. 303-308. 1985.

RALLO, L.; MARTIN, G. C. «The role of chilling in releasing olive floral buds from dormancy». *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 116, pp. 1058-1062. 1991.

RALLO, L.; MARTIN, G. C.; LAVEE, S. «Relationship between abnormal embryo sac development and fruitfulness in olive». *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 106, pp. 813-817. 1981.

RALLO, L.; TORRENO, P.; VARGAS, A.; ALVARADO, J. «Dormancy and alternate bearing in olive». *Acta Hortic.*, 356, pp. 127-136. 1994.

RAPAPORT, H.; RALLO, L. «Postanthesis flower and fruit abscission in 'Manzanillo' olive». *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 116, pp. 720-723. 1991a.

RAPAPORT, H.; RALLO, L. «Fruit set and enlargement in fertilized and unfertilized olive ovaries». *Hort Science,* 26, pp. 896-898. 1991b.

RUBY, M. J. «Recherches morphologiques et biologoques sur l'olivier et sur les varietes cultivers en France». Ann. des Sci. Nat. 9 Serie, t. XX. 1917.

RUGINI, E. «Sensitivity and involvement of plant growth regulatoirs in differentiation and morphogenesis». *Acta Hortic.*, 329, pp. 169-176. 1993.

RUGINI, E.; BONGI, G.; FONTANAZZA, G. «Effect of Ethephon on olive ripening». *J. Am. Soc. Hortic. Sci.*, 107, pp. 835-838. 1982.

SAMISH, R. M.; SAMISH, Z. «The olive for oil production in Israel». *Isr. J. Agric. Res.*, 11, pp. 33-42. 1961.

SAMISH, R. M.; SPIEGEL, P. «The use of irrigation in growing olives for oil production». *Isr. J. Agric. Res.*, 11, pp. 87-95. 1961.

SHASHA, B.; LEIBOWITZ, I. «On the oleuropein, the bitter principle of olives». *J. Org. Chem,* 26, pp. 1948-1954. 1961.

SHULMAN, Y.; LAVEE, S. «Effect of kinetin on anthoyanin formation in green harvested olive fruits». *J. Am. Soc. Hortic. Sci.*, 96, pp. 808-810. 1971.

SHULMAN, Y.; LAVEE, S. «Endogenous cytokinins in maturing Manzanillo olive fruits». *Plant Physiol.*, 57, pp. 490-492. 1976.

SHULMAN, Y.; LAVEE, S. «Fruit development and maturation of olives as affected by treatment with auxins». *Riv. Ortoflorofrutti It.*, 63, pp. 31-40. 1979.

SHULMAN, Y.; LAVEE, S. «Gibberellin-like substances during ripening of olive fruit». *Scientia. Hortic.*, 12, pp. 169-175. 1980.

SHULMAN, Y.; EREZ, A.; LAVEE, S.«Delay in ripening of picked olives due to ethylene treatments». *Scientia Hortic.*, 2, pp. 21-27. 1974.

SPIEGEL, P. «The water requirement of the olive tree, critical periods of moisture stress and the effect of irrigation upon the oil content of its fruit». 14th Int. Hort. Cong. Netherlands., pp.1363-1373. 1955.

STUTTE, G. W.; MARTIN, G. C. «Effect of light intensity and carbohydrate reserves on flowering in olive». *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 111, pp. 27-31. 1986a.

STUTTE, G. W.; MARTIN, G. C. «Effect of killing seed on return bloom of olive». *Scientia Hortic.*, 29, pp. 107-113. 1986b.

THOMPSON, R.G.; TYREE, M. T.; LOGULLO, M. A.; SALLEO, S. «The water relations of young olive trees in a mediterranean winter: measurements of evaporation from leaves and water conduction in wood». *Ann. Bot.*, 52, pp. 399-406. 1983.

TOMBESI, A. «La fertilita nell'olivo». *Riv. Ortoflorofrutti Ital.*, 62, pp. 435-450. 1978.

TOMBESI, A. «Olive fruit growth and metabolism». *Acta Hortic.*, 365, pp. 225-232. 1994.

TOMBESI, A.; CARTECHINI, A. «L'effetto dell'ombreggiamento della chioma sulla differenziazione delle gemme a fiore dell'olivo». *Riv. Ortoflorofrutti It.*, 70, pp. 277-285. 1986.

TOMBESI, A.; STANDARDI, A. «Effetti della illuminazione sulla fruttificazione dell'olivo». *Riv. Ortoflorafrutti It.*, 6, pp. 368-380. 1977.

TRONCOSO, A. «Alcune osservazioni sullo svilluppo delle gemme dell'olive *Olea europaea* L.». *Frutticoltura,* 28, pp. 439-447. 1966.

TRONCOSO, A. «Riccerche sulla differenziazione delle gemme a fiore mell'olive (*Olea europaea* L.)». *Frutticoltura,* 29, pp. 535-544. 1967.

TURRILL, W. B. «Wild and cultivated olives». *Brit. Ass. Adv. Sci. Kew Bull.*, 3, pp. 437. 1951.

VIDAL, J. S. «La fructification de l'olivier». *Inform. Olivi. Intern.*, 46, pp. 43-50. 1969.

VILLEMUR, P.; GONZALES, A.; DELMAS, J. M. «A propos de la florasion et de la fractification de qualques varietes d'olivier». *L'olivier,* 16(3), pp. 45-47. 1976.

WIGODSKI DE PHILIPPIS A. «L'epoca differenziazion della gemme florali nell'olive». *Nuovo G. Bot. Ital. N. S.*, 46, pp. 484-487. 1937.

ZOHARY, D. «Centers of diversity and centers of origin», en: Frankel and Bennett (ed). *Genetic resources in plant.*, pp. 554. Ed. I.B.P. Oxford, 1970.

ZOHARY, D. *Geobotanical foundations of the middle east.* Fisher, Swets and Zeitlinger, pp. 739. Stuttgart/Amsterdam, 1973.

ZOHARY, D.; SPIEGEL-ROY, P. «Beginning of fruit growing in the old world». *Science,* 187, pp. 319-327. 1975.

ZOHARY, D.; HOPF, M. *Domestication of plants in the old world.* Oxford Clarendon Press, pp. 137-143. Oxford, 1993.

ZUI-JUN, S.; SHU-ZHI, H.; KAN-XI, L.; CHUI-HUA, L.; LIV, L.; YING, G. «Breeding of olive trees for freezing resistance», en: Shan-an H, Ying G. (eds). *Olive acclimatation and breeding* (in Chinese), pp. 429-445. Najing PRC. 1984.

Capítulo 3

ASPECTOS GENÉTICOS Y TÉCNICAS DE PROPAGACIÓN PARA UNA PLANTACIÓN INTENSIVA

Coordinación:
Prof. GIUSEPPE FONTANAZZA
Direttore del centro Studi per
l'Olivicoltura del CNR
Perugia (Italia)

Co-redactora:
Dra. MARGHERITA CAPPELLETTI
Istituto di Ricerche sulla Olivicoltura
del CNR
Perugia (Italia)

Colaboradores:
Dr. ANTONIO CIMATO
CNR
Consiglio Nazionale delle Ricerche
Istituto Sulla Propagazione Delle
Specie Legnose
Florencia (Italia)

Prof. NESTORE IACOBONI
Presidente
Accademia Nazionale dell'Olivo
Spoleto (Italia)

Sr. RAYMOND LOUSSERT
Expert au Programme National
de Recherche sur l'Olivier
INRA
Marrakech (Marruecos)

Dr. AHMED TRIGUI
Maître de recherches
Institut National de l'Olivier
Sfax (Túnez)

ASPECTOS GENÉTICOS Y TÉCNICAS DE PROPAGACIÓN PARA UNA PLANTACIÓN INTENSIVA

GIUSEPPE FONTANAZZA

En todos los países olivareros del mundo, incluidos aquellos extramediterráneos en los cuales el cultivo se ha establecido hace ya algunos siglos (Estados Unidos, América del Sur, Sudáfrica), la olivicultura se caracteriza en buena parte, desde el punto de vista agronómico, por aspectos culturales derivados de sistemas de cultivo tradicionales. En el pasado, los cultivos se establecían, con frecuencia, tanto en países de tradición olivícola milenaria como en los de tradición antigua, en áreas difíciles, a menudo en los límites del medio ambiente agronómico, con el fin de aprovechar la capacidad que tiene este cultivo de colonizar terrenos marginales, incluso de fertilidad moderada; de tal forma que, la difusión del cultivo ha estado vinculada por encima de todo a factores climáticos. La capacidad que tiene la planta para sobrevivir durante siglos ha permitido conservar antiguas plantaciones olivareras que, raramente, se han renovado íntegramente con el tiempo.

La situación social dominante en la mayor parte de los países mediterráneos hasta épocas relativamente recientes ha favorecido una amplia disponibilidad de mano de obra agrícola y ha permitido mantener sistemas tradicionales de cultivo del olivo. A partir de la segunda mitad del presente siglo, se ha planteado en varios países olivareros de la cuenca mediterránea la necesidad de mejorar sustancialmente los sistemas de cultivo del olivo con el fin de contener los costes reduciendo la mano de obra mediante una mayor utilización de maquinaria, al tiempo que se mejoran los niveles de producción medios. En la fase inicial, las orientaciones técnicas adoptadas se han basado, de manera predominante, en la intensificación del olivar existente por medio de operaciones extraordinarias como el aumento de densidad, la poda de formación o el reinjerto, a las cuales se ha sumado la racionalización de las labores de cultivo comunes, como poda, abonado y defensa antiparasitaria, con el fin de perfeccionar la producción. En todas estas operaciones, el oleicultor se ha guiado por los resultados de la investigación y la experimentación obtenidos sobre todo a partir de la década de 1920. A finales de la década de 1950, siguiendo la estela de la gran evolución que, en algunos años, había experimentado la fruticultura industrial, sobre todo en Italia, aparecieron los primeros indicios de que también la olivicultura había emprendido una nueva dirección que prefiguraba el paso de los sistemas de cultivo de tipo tradicional extensivo a los más modernos, basados en criterios de intensificación cultural aplicados a plantaciones nuevas. A pesar de la respuesta positiva que desde el principio han dado los nuevos sistemas de cultivo, la olivicultura tradicional continúa presente en todos los países olivareros, y sobre todo en los de la cuenca mediterránea, donde la presencia de ese tipo de cultivo obedece a causas específicas, entre ellas:

- Incapacidad de muchos olivicultores para superar ciertos vínculos psicológicos, lo cual les ha llevado a resistirse a aceptar las innovaciones tecnológicas.
- Factores de orden político y económico-social que han determinado la atomización de las propiedades, lo que reduce la posibilidad de crear empresas de dimensiones suficientes.
- Vínculos más complejos que deben atribuirse a factores del medio ambiente, como límites climáticos, edafológicos y orográficos, que, en algunos medios, obligan a practicar sistemas de cultivo tradicionales.
- Factores de mercado, cuando éste está vinculado al autoconsumo, que determinan en el olivarero una satisfacción basada, más que en la adecuada remuneración del trabajo, en la posibilidad de producir aceite para cubrir las necesidades familiares o atender al limitado mercado local.

A las causas citadas para explicar la difusión de la olivicultura tradicional, todavía generalizada en la mayor parte de los países olivareros, hay que sumar las dificultades planteadas, al menos hasta épocas muy recientes, por la competencia de los mercados de aceites de semillas, que, al reducir el consumo de aceite de oliva, han desincentivado la mejora del sector. Hay que señalar también que las innovaciones técnicas actualmente disponibles para una difusión efectiva de la olivicultura intensiva se han producido en su mayor parte en el curso de los últimos veinte años.

En consecuencia, puede afirmarse que en todos los países olivareros de antigua o vieja tradición coexisten actualmente dos tipologías olivícolas –tradicional y moderna– en proporciones que varían de unos países a otros y de unas zonas a otras dentro de un mismo país, en función de factores políticos, económicos y sociales que han influido e influyen en la evolución de la olivicultura tradicional a la olivicultura moderna. Aun suponiendo que con el tiempo tal relación se desplazará hacia la olivicultura moderna, debido en parte al impulso del mercado y a la falta de mano de obra, es difícil suponer que la situación pueda modificarse radicalmente y provocar la desaparición de la olivicultura tradicional; aunque también cabe prever que esté destinada a mantenerse dentro de porcentajes más o menos elevados en función de los factores económico-sociales y ambientales de las diversas regiones olivareras, donde cumplirá una doble función medioambiental-paisajística y de producción familiar.

Con el fin de diferenciar con claridad la olivicultura tradicional, en la que las prácticas agronómicas dependen exclusivamente de la decisión del propietario, de la olivicultura marginal, en la que los sistemas de cultivo tradicionales son imprescindibles para conservar la plantación, parece oportuno definir en términos más específicos los aspectos característicos de las áreas marginales de cultivo del olivo y de aquellas donde pueden encontrar cabida los sistemas de cultivo modernos.

OLIVICULTURA EN ÁREAS MARGINALES

Son áreas olivícolas marginales las caracterizadas por la presencia de olivares escasamente productivos por causas de orden edafológico, orográfico o climático. Normalmente se trata de terrenos superficiales, de fertilidad moderada, excesivamente ricos en partículas estructurales o demasiado pesados, de orografía accidentada con pendientes superiores al 20 % y, en cualquier caso, inadecuados para garantizar una respuesta productiva óptima de la especie. La climatología complica la situación en regiones frías o de escasa precipitación, con heladas frecuentes (-5 a -6 °C) y una pluviosidad anual media inferior a 400 mm distribuida irregularmente a lo largo del año, con períodos de sequía prolongados, sobre todo en las fases de floración y fructificación.

La presencia de uno o más de estos factores hace que el olivo padezca y no consiga dar salida a toda su capacidad productiva, mientras que una orografía acci-

Típico ambiente natural mediterráneo adecuado al acebuche. (Fotografía de Gianluca Boetti).

dentada limita el empleo de maquinaria para las diversas operaciones de cultivo, reduciendo la posibilidad de que la plantación sea rentable. La marginalidad de la plantación puede también deberse a la excesiva parcelación de las propiedades, sobre todo cuando este factor se combina con carencia de mano de obra o deficiencias de infraestructuras (carreteras, instalaciones de transformación, centros de comercialización, etc.).

Una olivicultura de este tipo, aun siendo de interés económico y agronómico limitado, ha terminado por desempeñar importantes funciones de protección del suelo y conservación del paisaje. Además, en algunos casos, en áreas olivícolas marginales, la producción de aceites típicos con características especiales cualitativas y organolépticas alimenta un mercado de élite. En los lugares en los que, por los motivos expuestos, se reconoce la utilidad de conservar los olivares plantados en áreas marginales, el criterio que se sigue, desde el punto de vista técnico, es conservar el olivar mediante prácticas agronómicas orientadas al mantenimiento del buen estado vegetativo de las plantas; cuando, además, hay otros motivos para mantener la productividad de tales zonas marginales, se practican también podas de reforma y operaciones de saneamiento, con el fin de limitar la altura y el volumen para facilitar las labores de cultivo y mejorar la eficacia productiva. La conservación de un olivar de este tipo adquiere, como es natural, un significado más amplio que el de mera empresa agraria.

En cuanto a las intervenciones que afectan al terreno, además de la racionalización de las prácticas estrictamente agronómicas, suele ser necesario actuar sobre estructuras complementarias del olivar para conservar el medio ambiente paisajístico en su conjunto.

Estas intervenciones raramente constituyen una solución económica para la empresa agrícola, porque los costes, tanto de las intervenciones extraordinarias como de las labores ordinarias, son altos y, por tanto, de rendimiento nulo o negativo.

Debido a los elevados costes, es casi imposible reimplantar olivares en zonas marginales, tanto con fines de producción como de mantenimiento del paisaje olivarero.

OLIVICULTURA EN ÁREAS IDÓNEAS

Se entiende por área idónea para la olivicultura un territorio de extensión suficiente para que la especie desarrolle todo su potencial productivo y en el cual puedan mecanizarse las labores para rebajar los costes de cultivo y obtener beneficios. Además, las estructuras sociales y de mercado deben favorecer la transformación y comercialización del producto de manera que la producción sea aún más rentable.

En cuanto al clima, el mejor para el cultivo del olivo es el mediterráneo, aunque la especie se adapta bien al submediterráneo, siempre que los extremos térmicos, tanto positivos como negativos, no dañen la planta ni impongan condiciones recurrentes de estrés. También es necesario que se den ciertas temperaturas mínimas en otoño-invierno para garantizar la normal floración de la especie.

Desde el punto de vista edafológico, el olivo tiene cierta plasticidad, y se adapta a diversos tipos de terreno, con excepción de los muy arcillosos (más del 45 % de arcilla), porque su sistema radicular es muy sensible al exceso de humedad. Empero, los terrenos considerados óptimos para el olivo son los medianamente compactos, de reacción neutra o subalcalina y ricos en materia orgánica. Los suelos fundamentalmente arcillosos pueden utilizarse para cultivar olivos sólo si tienen una estructura no demasiado gruesa o si se emplean sistemas de drenaje. En cuanto a la orografía, la pendiente debe ser inferior al 20 % para facilitar la utilización generalizada de máquinas aptas para todas las labores de cultivo.

La disponibilidad hídrica debe ser suficiente para garantizar la satisfacción de las exigencias de la especie por encima del límite de supervivencia.

Es también obvio que, en áreas idóneas, en las cuales concurren condiciones de cultivo óptimas, el olivo desplegará mejor su potencial si se utilizan cultivares aclimatados, caracterizados por un elevado valor agronómico y comercial, y si se emplean métodos de implantación y cultivo apropiados.

Actualmente, muchos olivares, aunque estén situados en áreas idóneas, están vinculados a estructuras tradicionales que limitan la capacidad de producción o la rentabilidad, pues resulta difícil la utilización racional de maquinaria.

Sólo dentro de las áreas de cultivo idóneas en cuanto a fertilidad, naturaleza y morfología del terreno, exposición, altitud, climatología y disponibilidad hídrica es posible establecer una olivicultura moderna con plantaciones intensivas mecanizadas de modo que la especie desarrolle todo su potencial productivo.

Incluso si el territorio actualmente dedicado a olivicultura cumple en gran parte estas condiciones, cabe considerar que muchas otras áreas de los países tradicionalmente olivareros podrían también destinarse a la olivicultura intensiva. Los intentos de difusión del olivo a ambientes diferentes de la cuenca mediterránea –la más antigua área de establecimiento de la especie– no han dado resultados concretos, salvo en algunas regiones reducidas y consolidadas desde hace algunos siglos, como el sur de Estados Unidos, Sudamérica y Sudáfrica. Los intentos de implantación de olivar hechos durante los últimos

Ejemplo de olivos en regiones costeras. (Fotografía de Gianluca Boetti).

veinte años en China, Corea del Sur, Japón, India, Pakistán y Australia han proporcionado hasta hoy resultados modestos, pese a la presencia natural en algunos de ellos de especies afines a *Olea europaea*. Por tanto, el cultivo del olivo en regiones extramediterráneas sigue teniendo poca importancia, lo cual demuestra que es en la cuenca mediterránea donde se halla el hábitat idóneo para el cultivo; en consecuencia, es muy probable que, al menos a medio plazo, el futuro de este cultivo, desde el punto de vista de la consolidación y el desarrollo, deba buscarse en el Mediterráneo, y en particular en España, Italia, Grecia, parcialmente en Portugal, Túnez, Marruecos, Argelia y Turquía. En los países citados es posible encontrar áreas de incremento y desarrollo del cultivo válidas desde el punto de vista climático. Cabe prever, además, que, mientras en los países del norte de África, dada la particular situación medioambiental (recursos hídricos limitados) y social (abundancia de mano de obra) se mantendrá e incrementará la olivicultura tradicional con empleo limitado de la mecanización, en países socialmente más evolucionados, como los europeos y, sobre todo, Italia y España, el futuro del cultivo se basará cada vez más en tecnologías muy innovadoras de proceso y producción con el objetivo de limitar los costes de producción y mejorar la cantidad y la calidad de la producción.

OLIVICULTURA TRADICIONAL

Por olivicultura tradicional se entiende una estructura productiva que, por motivos de orden agronómico (cultivar no idóneo, tipo de implantación, técnica de cultivo, edad del olivar, etc.), no permite a la especie desarrollar plenamente su potencial de producción o hace imposible la mecanización de las diversas labores de cultivo; de ello se deriva un resultado antieconómico por la reducida producción o por el elevado empleo de mano de obra, que oscila entre 300 y 400 horas/ha al año. Normalmente se trata de olivares combinados con otros cultivos y, por tanto, de marqueo necesariamente muy abierto; o bien de plantaciones especializadas, siempre de baja densidad por hectárea (inferior a 200 plantas) en consideración al fuerte desarrollo del diámetro de la copa previsto para la fase adulta, que tiene como objetivo obtener un olivar de duración secular. La edad avanzada de los árboles, además de incidir negativamente en la producción, acentúa el fenómeno de la vecería; por otra parte, la formación adoptada, que normalmente termina con la recogida manual del árbol o del suelo, junto con el considerable vigor del cultivar, con frecuencia de maduración excesivamente prolongada y, tal vez, con frutos de pequeño tamaño, no permite mecanizar la recolección. Además, el olivar tradicional casi nunca dispone de instalaciones de riego; e incluso en los casos en que se cuenta con recursos hídricos, éstos no siempre se utilizan de forma correcta; además, en olivares con plantas de edad avanzada, el efecto del regadío es limitado.

Raramente se puede pensar en una recuperación, con fines económicos, mediante el mantenimiento de olivares de este tipo, aunque se encuentren en áreas idóneas. La única opción válida es su transformación integral mediante replantación. La reestructuración o el mantenimiento en su ser de olivares tradicionales sólo se justifica en áreas olivícolas caracterizadas por la abundancia de mano de obra de coste reducido, o en explotaciones de tipo familiar.

En tales casos puede ser conveniente modificar el olivar tradicional mediante prácticas agronómicas ya utilizadas en el pasado, como el aumento de densidad, el reinjerto o la poda de reforma con el objetivo de intensificar el cultivo y aumentar el rendimiento para aprovechar el potencial que ofrece el medio ambiente. Las labores de recuperación adquieren mayor relieve cuando además puede introducirse el regadío.

Los factores que limitan la recuperación de una plantación tradicional suelen ser la edad del olivar (superior a 30-40 años), la irregularidad del marco, la falta de uniformidad del desarrollo de la plantación y la incorrecta sistematización del terreno.

OLIVICULTURA INTENSIVA

En los países olivareros de Europa, los problemas del aumento de productividad y la contención de los costes de la olivicultura ya se habían advertido a finales de la década de 1950, cuando empezaba a disminuir la disponibilidad de mano de obra agraria, con el consiguiente aumento de costes. La situación afectó con especial intensidad a Italia, donde se registró en aquellos años un fuerte éxodo de población rural.

Morettini lanzó la idea de una olivicultura moderna basada en la especialización del cultivo y propuso una mejora sustancial de las técnicas de laboreo del terreno, abono, poda y defensa antiparasitaria. Pero el aspecto más significativo de su propuesta se refería a la introducción de un nuevo tipo de formación (el llamado vaso cespugliato o garrote andaluz), en sustitución del tradicional, y a la reducción de los marcos de plantación, obtenida mediante el aumento sustancial del número de plantas por hectárea (de 200 a 400). La intensificación del cultivo tenía por objeto mejorar la productividad, mientras que la nueva poda de formación en vaso cespugliato, que mermaba drásticamente la copa reduciendo al mínimo la altura del tronco, debería facilitar las labores manuales de recolección y poda.

Las propuestas de Breviglieri, casi contemporáneas a las de Morettini, además de compartir con este último la mejora de las técnicas de cultivo, se basaban en la utilización de podas de formación obligadas derivadas más directamente de la fruticultura, como la palmeta y el épsilon, también de porte bajo.

Además, dado que ambas formaciones daban lugar a pies relativamente planos, se postuló para el olivar una estructura de seto de paredes casi continuas, con marcos rectangulares relativamente cerrados en cada fila (4 m) y calles entre filas bastante estrechas (5 m). El objetivo era controlar la producción del árbol mediante técnicas de poda minuciosas que comprendían la curvatura y la anulación de ramas. Con el fin de contener los costes, se previó utilizar vehículos para realizar las labores de poda y recolección.

Si el vaso cespugliato ha encontrado una aplicación discreta por la simplificación que aporta a la poda de formación y porque acelera la entrada en producción del árbol, no ha ocurrido lo mismo con las formaciones en palmeta y épsilon, pues la especie se adapta con dificultad a las podas excesivamente forzadas. En cualquier caso, los intentos de renovación del cultivo del olivo con arreglo a criterios modernos, como los propuestos por éstos y otros investigadores en aquella época, no ha conducido, al menos en Italia, a resultados concretos que induzcan a imponer la renovación de las plantaciones de olivos en sentido amplio, aunque el sistema de cultivo intensivo de aquellos años se ha incorporado al mundo de la olivicultura y se utiliza de diversas formas en todos los países olivícolas. Hay que añadir que, si bien parte de los conceptos que caracterizaron las propuestas de modernización del cultivo del olivo durante la década de 1960 siguen siendo fundamentales para el sistema de cultivo intensivo, las podas de formación ideadas entonces para facilitar las operaciones manuales de recolección, poda y defensa, al margen de su mayor o menor complejidad, se han visto superadas por la nueva idea de adaptar el cultivo del olivo a la mecanización integral, junto con el objetivo fundamental de asegurar su rentabilidad.

Por ello, el concepto de olivicultura intensiva mecanizada ha experimentado modificaciones sustanciales en el curso de los últimos treinta años. Por olivicultura intensiva debe entenderse un sistema de cultivo implantado en un área idónea que, sirviéndose de las modernas técnicas de implantación y cultivo, esté en condiciones de asegurar tanto la consecución de los máximos niveles cuantitativos y cualitativos de producción, compatibles con las condiciones del medio ambiente, como la contención de los costes de producción mediante la mecanización integral de todas las operaciones de laboreo con el fin de obtener una rentabilidad satisfactoria.

Es hoy un hecho universalmente aceptado que sólo mediante implantaciones intensivas mecanizadas es posible superar los aspectos negativos propios del cultivo tradicional, y en particular la moderada e inconstante productividad unitaria y los elevados costes de laboreo.

La introducción de este nuevo sistema impone casi siempre la reconversión integral de la plantación, puesto que tales objetivos no pueden alcanzarse mediante una sencilla reestructuración del olivar tradicional. Además, el nuevo olivar debe asegurar la puesta en producción rápida, lo que es posible ya que la moderna tecnología permite alcanzar una entrada en producción precoz del olivar (en 3 o 4 años) y la consecución de la plena producción en 7 u 8 años, en régimen de regadío, y en 11 o 12 años en régimen de secano, con una productividad no inferior a 40-50 kg/ha en secano y a 70-80 kg/ha en regadío, que se suponen constantes durante al menos 40 o 50 años. Un aspecto decisivo para el buen resultado del olivar es la elección del medio ambiente donde va a implantarse, que debe hallarse en un área idónea.

Es importante también la elección de cultivar que constituye otro de los aspectos fundamentales; un error en este sentido obligaría a reinjertar la plantación, con la consiguiente repercusión negativa en los costes y en la entrada en producción del olivar. Se darán aquí los criterios generales en que debe basarse la elección de cultivar, teniendo en cuenta que hay diferencias sustanciales entre la plantación para obtener aceitunas de mesa y la plantación para producir aceite. En el primer caso, la elección suele limitarse a unos pocos cultivares, y con frecuencia a uno solo, que depende de la industria de transformación y del mercado. En cambio, en el segundo caso, la selección puede incluir más cultivares, ya sea para ampliar el período de recolección, escogiendo variedades con distintas épocas de maduración; o para garantizar una composición más armoniosa del aceite desde el punto de vista organoléptico; sin olvidarse de la necesidad de asegurar la polinización en el caso de cultivares autoincompatibles. Además, con independencia de la aptitud y de la constancia productiva que pueda tener el cultivar, la variabilidad estacional hace difícil que un cultivar determinado arroje a lo largo de los años la misma respuesta productiva.

Al margen de las consideraciones expuestas, la elección de cultivar debe basarse en ciertos principios fundamentales, como la capacidad de adaptación a las condiciones ambientales, las características de producción en términos de precocidad de entrada en producción, constancia de fructificación, cantidad y calidad del producto, rapidez de crecimiento de la planta, respuesta a la recolección mecánica y resistencia a la adversidad biótica (parásitos) y abiótica (climática y edafológica).

Otro elemento importante de selección para los sistemas de cultivo intensivo se refiere al tipo de planta. En general, conviene decantarse por las obtenidas mediante autoenraizamiento antes que por las procedentes de injerto en plantas de semillas genéricas –con excepción de los casos en que pueden emplearse portainjertos de características peculiares en cuanto a vigor, productividad y resistencia a factores edafológicos y a parásitos– debido a la mayor uniformidad y precocidad de entrada en producción de las plantas autoenraizadas. Al margen del sistema de propagación, es vital escoger plantas criadas en vivero en mace-

tas, pues son las únicas que garantizan porcentajes elevados de arraigamiento, evitan el estrés del trasplante y permiten realizar la plantación en un período de tiempo más amplio.

En cuanto a la densidad de la plantación (número de pies por unidad de superficie), actualmente se tiende a aumentar el número de plantas por hectárea en relación con las prácticas tradicionales. Por tanto, el marco de plantación ha de ser inferior al tradicional; en general, debe oscilar entre 5 x 6 m en las plantaciones septentrionales y 7 x 7 m en las meridionales. No obstante, en la decisión hay que seguir unos criterios que tengan en cuenta el vigor del cultivar, la formación escogida, la fertilidad del suelo y la duración del olivar, teniendo en cuenta que, una vez alcanzado el régimen de producción estable, el índice de cobertura de la plantación no debe superar el 70-75 %. Las variaciones de marqueo y, en particular, la distancia en la fila, dependen en gran medida de la formación; las formaciones caracterizadas por una mayor relación entre altura del árbol y diámetro de la copa (monocono, huso, pie único libre) permiten adoptar distancias menores que aquellas en que la citada relación es menor (formas globosas: vaso, globo, mata, garrote), tanto en los marcos reales como en los rectangulares (3-4 m en la fila).

Por otra parte, es importante tener en cuenta que la distancia entre filas en los marcos reales y la anchura de las calles en los rectangulares debe permitir la libre circulación de la maquinaria durante toda la duración del olivar. Reducir el marco de plantación según el criterio de menor distancia en la fila, aparte de permitir un aumento considerable del número de árboles por hectárea, determina el aumento global de la superficie de la copa y, por tanto, hace posible obtener producciones significativas ya a partir de los 4 o 5 años de la plantación, y aún mayores en los años siguientes, siempre que se mantenga racionalmente el desarrollo de las copas, de manera que esté garantizada la buena irradiación de todas las ramas y se evite la competencia entre plantas contiguas. Ayudan a lograr este objetivo las formas de crecimiento de desarrollo vertical (monocono, huso, pie único libre) y la aplicación de técnicas correctas de poda de producción, riego y abonado racional.

La elección de la forma más adecuada para el olivar intensivo, además de otros aspectos que intervienen en la definición del marco de plantación, ha de tener en cuenta otros parámetros, como la simplificación de la poda, tanto en fase de formación como de producción, y la posibilidad de aplicar la recolección mecanizada, sin que ello afecte negativamente a la velocidad de crecimiento de la planta, ni a su precocidad de entrada en producción ni a su productividad.

Sólo en el caso de las variedades de mesa, sobre todo de las destinadas a la producción de aceitunas verdes, para las que todavía no es práctica común la recolección mecánica recurriendo, por tanto, a la recolección manual en el árbol, la elección del tipo de formación y de la técnica de poda sigue unos criterios distintos de los observados en los olivares de almazara. En este caso encuentran mayor aplicación los tipos de formación de desarrollo vertical contenido, como el vaso bajo, la mata, el garrote o vaso cespugliato o el monocono de pie bajo, mientras que la técnica de poda debe favorecer el desarrollo de ramas fructíferas bien equilibradas y dispuestas, en la medida de lo posible, en la capa externa de la copa con el fin de obtener frutos de buen tamaño y facilitar la recolección manual.

En cuanto a las labores de cultivo, baste recordar que las fertilizaciones y los riegos, la defensa antiparasitaria, el mantenimiento del suelo y la recolección deben hacerse con arreglo a criterios de máxima economía y orientados a optimizar la respuesta productiva del olivar en términos de constancia, calidad y cantidad.

En estos criterios se basa un modelo agronómico de olivar intensivo mecanizado propuesto por el IRO-CNR de Perugia, que prevé para la plantación el empleo

Recolección de aceitunas. (Fotografía de Gianluca Boetti).

de estaquillas de un año autoenraizadas y formadas en vaso, obtenidas de cultivares productivos y de alto valor de mercado; utilizando marcos de distancia en fila acortada (6 x 4 m; 6 x 3 m), y formas de crecimiento de desarrollo predominantemente vertical (monocono, huso, pie único libre) apropiadas para la poda y la recolección mecanizadas. Este modelo, muy difundido en las diversas áreas olivícolas de Italia, responde plenamente a los criterios intensivos de cultivo, tanto por el nivel de producción (superior a 50 kg/ha) como por la limitación de costes de mano de obra (inferiores a 120 horas/ha/año).

Tiene una importancia fundamental para la olivicultura rentable la valoración de la situación social y del mercado local, nacional e internacional. Si bien es cierto que los nuevos modelos de cultivo intensivo permiten obtener actualmente un producto cualitativa y cuantitativamente elevado con costes de producción inferiores a los de épocas pasadas, también es verdad que el benefi-

cio, como objetivo final de la empresa olivícola, está en función de la venta remuneradora del producto. El precio del aceite de oliva en sus diversas categorías depende, hoy en mucha mayor medida que en el pasado, de la situación del mercado internacional, aunque se mantenga la diferenciación en categorías comerciales. El producto de mejor calidad (virgen extra), que tiende a conquistar continuamente nuevas áreas de consumo a escala mundial, puede, sin duda, contar con precios más altos, tanto en relación con productos de calidad común de la misma categoría comercial o con otros tipos menos apreciados (virgen y lampante); pero también es cierto que se trata, en cualquier caso, de un producto de gran consumo que, por tanto, difícilmente puede alcanzar precios de venta al público muy elevados, salvo determinados destinos de mercado. Por tanto, además de perseguir el aumento de la productividad y la limitación de los costes, la producción tendría que contar con una organización de mercado que, implicando cada vez a más productores, pueda conseguir una concentración de la oferta capaz de contrapesar el poder de la industria; lo que favorecería una organización del mercado apropiada para prolongar el ciclo de producción hasta el consumo, al menos en el producto de mejor calidad.

El desarrollo de la olivicultura mediante la difusión de los sistemas intensivos de cultivo, tanto en áreas ya olivareras como en otras nuevas, deberá tener también en cuenta la evolución del mercado para evitar tanto los excedentes de producción como los fenómenos de competencia del producto a escala mundial, de manera que la empresa agraria no se vea perjudicada, ni en los países de economía más evolucionada con costes de producción elevados ni en los que cuentan con la ventaja aparente del menor coste de la mano de obra, pero en los cuales la debilidad del productor podría favorecer movimientos especulativos por parte de sectores ajenos a la producción.

POSIBLE EVOLUCIÓN DE LAS TÉCNICAS DE CULTIVO

Los éxitos que muchos sectores agrícolas han logrado mediante la mecanización se derivan de la perfecta integración entre innovaciones mecánicas y agronómicas. En la olivicultura, este proceso de evolución se ha producido sólo en parte; quiere esto decir que los nuevos modelos intensivos, aunque por un lado favorecen una considerable economía de tiempo y costes en relación con los tradicionales, por otro presentan limitaciones con respecto al futuro.

La eficacia productiva y la mecanización completa e integral de las operaciones de laboreo del olivar son, todavía hoy, más una meta a la que se aspira que un objetivo cumplido.

Los actuales modelos de olivar intensivo mecanizado parecen imperfectos si se tienen en cuenta las tendencias del mercado, la necesidad de asegurar una gestión cuidadosa de los recursos naturales y la oportunidad de alcanzar la máxima eficacia en el proceso de producción con un dispendio mínimo de recursos económicos, naturales y humanos. Podría obtenerse una mejora sustancial mediante una selección varietal orientada a identificar cultivares más productivos, caracterizados por un mayor rendimiento en aceite, resistentes a factores bióticos y abióticos y de respuesta satisfactoria a la mecanización de la recolección y la poda, dado que las variedades actualmente en uso se seleccionaron en tiempos pasados para una olivicultura de características distintas. Se sabe, en efecto, que en el cultivo tradicional se han favorecido cultivares muy vigorosos, rústicos, adaptados al cultivo de secano y para olivares de duración secular. Desde el punto de vista de la mecanización, aun disponiendo actualmente de vibradores de tronco de excelente eficacia, no puede ignorarse la posible evolu-

ción de este tipo de máquina en el sentido de perfeccionar la recolección mecánica.

En esta línea se basa el modelo agronómico de olivar intensivo propuesto recientemente por la universidad de Hebrew, Israel, que contempla el uso de variedades de porte muy vertical adaptadas tanto a la recolección mecanizada con vibradores de tronco como a marcos de filas próximas. De acuerdo con estos criterios, los árboles se dejarían crecer más o menos libremente hasta una altura uniforme, con el fin de desarrollar en vertical la superficie de producción.

La evolución de los modelos de olivar intensivo basados en sistemas discontinuos de recolección mecanizada permitirá mejorar la eficacia productiva de la plantación y determinar posteriormente la economía del cultivo, si bien sólo dentro de ciertos límites. Esto se debe a que se están explorando nuevas vías orientadas a la superación sustancial de las limitaciones impuestas por tales sistemas, así como a la posibilidad de imponer un modelo de olivar muy diferenciado. En este sentido se orienta el estudio de un nuevo modelo agronómico, todavía en fase experimental, elaborado por el IRO-CNR de Perugia; se basa en una implantación de alta densidad (cerca de 1.000 plantas/hectárea) pensada en función de la recolección mecánica en continuo de las aceitunas con una máquina escariadora que avanza entre las filas de árboles y, mediante un sistema mixto de peinado y vibración de las paredes externas de la copa, provoca la desarticulación de los frutos, que se recogen automáticamente en cintas transportadoras que los conducen a los depósitos. Se prevé que la misma máquina podría realizar otras labores (poda, tratamientos antiparasitarios, limpieza de hierbas) con ayuda de distintos equipos de trabajo. Sin embargo, la posibilidad de realizar un modelo de olivar de este tipo está condicionada a la disponibilidad de cultivares de porte compacto o de portainjertos enanizados que, además de garantizar una eficacia productiva elevada, gracias al mayor desarrollo global de la superficie de la copa, permita el uso de la máquina citada. El sistema de mecanización integral, según el cual se ejecutan mecánicamente todas las labores, garantiza el movimiento continuo de la propia máquina, elimina tiempos muertos y reduce drásticamente la mano de obra, que no debería superar las 50 horas/hectárea/año.

Cabe suponer que el desarrollo de modelos de olivar tan fuertemente intensivos como el descrito se producirá en los países industrializados en los cuales el porcentaje de población que trabaja en la agricultura, ya escaso, podrá reducirse aún más en el futuro, lo que hará cada vez menos viable un sistema de recolección mecánica no integral. Por tanto, hacen falta tecnologías muy avanzadas que reduzcan todo lo posible los costes de explotación.

MEJORA GENÉTICA

El olivo es una especie agrícola a la que, hasta la fecha, han afectado muy poco los programas de mejora genética. Las investigaciones realizadas en este terreno se han limitado en esencia a la selección varietal, la selección clonal y la mutagénesis inducida, pero sin alcanzar resultados de especial relieve, salvo en la selección varietal.

La selección, varietal o clonal, aunque desde el punto de vista agronómico favorece la mejora del patrón del cultivar de que se trate, desde el punto de vista genético tiende a reducir la variabilidad existente, pues se trata de una forma de selección de tipo conservador. Por tanto, es de importancia vital adoptar medidas de conservación del plasma germinal para evitar el peligro de erosión genética.

La mejora genética del olivo mediante selección por cruzamiento se practica sistemáticamente desde 1980 en China, y se orienta a la obtención de cultivares más adecuados a las condiciones edafoclimáticas locales, distintas de las reinantes en la región mediterránea. Del reciente trabajo de mejora genética me-

(Fotografía de Gianluca Boetti).

diante selección masiva proceden los dos cultivares israelíes Kadesh, de mesa, con bajísimo contenido en aceite, y Barnea, de almazara y elevada productividad; también se ha obtenido así la variedad italiana FS-17, autofértil, muy productiva y con formación de aceite muy precoz. También en Italia se han patentado dos portainjertos clonales denominados FS-17 y DA-12, el primero de ellos enanizante.

La aplicación de la biotecnología al olivo para la obtención in vitro de cultivares nuevos está todavía en fase de estudio preliminar y se orienta a la producción de individuos homocigóticos a partir de tejidos haploides o de híbridos somáticos mediante fusión de protoplastos, variaciones somatoclonales y manipulación del DNA. Todavía se sabe poco sobre la caracterización varietal mediante técnicas basadas en la discriminación isoenzimática mediante electroforesis o la técnica llamada Restriction Fragment Length Polimorphism (RFLP).

Aunque el olivo cuenta con un rico patrimonio genético, todavía no se dispone de variedades que respondan a las nuevas exigencias de cultivo. De aquí la necesidad de poner en marcha programas de mejora genética. Tales programas deberían orientarse hacia la consecución de tres objetivos fundamentales:

– Aumento del potencial de producción.
– Obtención de cultivares más adecuados a los sistemas de cultivo intensivo.
– Mejora de la calidad del producto (aceite y aceitunas).

Para alcanzar el primer objetivo es preciso determinar qué caracteres genéticos determinan la productividad: adaptación a las condiciones edafológicas (naturaleza del terreno, fertilidad) y climáticas (temperaturas máximas y mínimas, disponibilidad hídrica, intensidad luminosa) de las áreas de cultivo típicas de la especie y la distribución de los compuestos asimilados en mayor cantidad hacia los órganos de reproducción (ramos fructíferos) que hacia los órganos vegetativos (troncos leñosos), siempre que se cumpla la condición de no comprometer, dentro de ciertos límites, el crecimiento de la planta.

El segundo objetivo está vinculado al desarrollo tecnológico que experimente la olivicultura en los próximos años y a las políticas sectoriales vigentes en los distintos países. Se considera que, en el estado actual, el trabajo de mejora ge-

nética en tal sentido se orientará sobre todo hacia un tipo de cultivo intensivo de elevada aportación tecnológica y, por tanto, limitado al medio ambiente idóneo. Pero no puede excluirse que, en situaciones determinadas, empiecen a tenerse en cuenta aspectos particulares relacionados con la resistencia a factores edafológicos y climatológicos negativos. En cuanto a la mecanización, se considera probable la difusión del uso de vibradores de troncos y de podadoras; por tanto, será necesario disponer de cultivares de fruto medio-grueso, caracterizados por una fuerza de resistencia al desprendimiento reducida, maduración poco dispersa y porte desarrollado en vertical, para determinar mejor la estructura rígida de la copa. La evolución tecnológica del olivar hacia plantaciones densas, basadas en el uso de máquinas escariadoras, orienta la mejora genética hacia la selección de genotipos con el carácter "compacto", con objeto de reducir los marcos de plantación y aumentar la superficie fotosintética.

El tercer objetivo está en función del destino del producto; mientras que para las aceitunas de mesa los caracteres que determinan su calidad son conocidos en lo sustancial, pese a que aún están por definir aspectos vinculados con las características organolépticas del producto acabado, el problema de la calidad del aceite es más complejo. En general, se puede perseguir el objetivo de la calidad entendida como riqueza en aromas y componentes que aumenten la capacidad de conservación del aceite.

Para especificar mejor los objetivos hacia los que debería orientarse la mejora genética del olivo, tanto de los cultivares como de los portainjertos, cabe proponer la clasificación de finalidades que se recoge a continuación.

Objetivos de interés general

Aumento de la productividad entendida como:
- Entrada en producción precoz.
- Cantidad de producto (aceituna, aceite o las dos cosas).
- Regularidad de la fructificación.
- Autofertilidad, como factor probablemente vinculado con la productividad.

Adaptación a los sistemas de cultivo intensivo mediante la individualización de:
- Genotipos favorables a la mecanización integral de las labores de cultivo.
- Genotipos compactos para plantaciones densas.

Aptitud para el enraizamiento.

Resistencia a los principales patógenos.

Objetivos dependientes del destino del producto

Para cultivares de almazara:
- Precocidad de formación de aceite.
- Aumento del rendimiento en aceite.
- Maduración simultánea.
- Mejora de las características del aceite (cualidades organolépticas, conservabilidad, ausencia de defectos).

Para cultivares de aceituna de mesa:
- Mejora de las características del fruto (tamaño, porcentaje de pulpa, características organolépticas, respuesta al aliño).

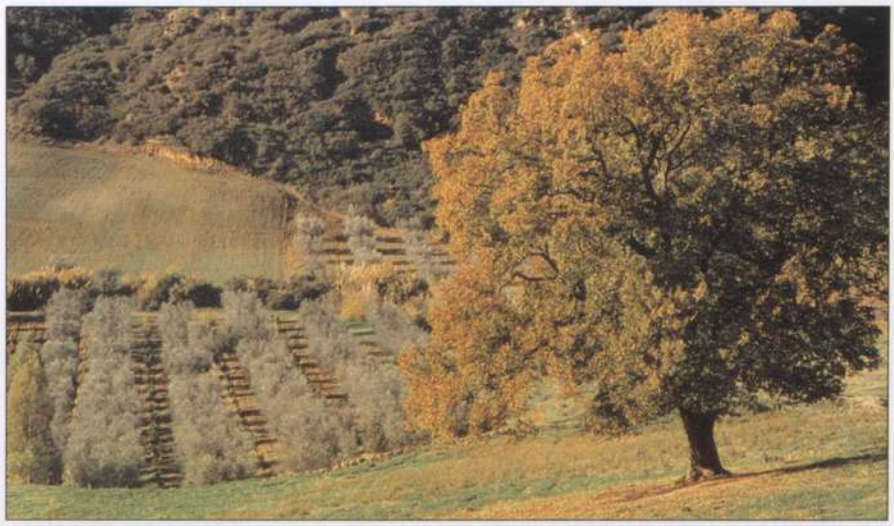
Objetivos específicos para áreas olivícolas caracterizadas por factores medioambientales limitantes

Resistencia al estrés debido a:
- Frío.
- Sequía.
- Salinidad.

Adaptación a suelos atípicos:
– Arcillosos.
– Superficiales.

Objetivos para la selección de portainjertos
– Elevada aptitud para enraizar.
– Control del vigor y del porte de la combinación de injerto.
– Resistencia a la sequía, la salinidad y los suelos arcillosos.
– Resistencia a las enfermedades del aparato radical o del sistema vascular.

Al examinar brevemente algunos de los caracteres mejorables por vía genética, conviene aportar indicaciones y, a ser posible, informaciones con vistas a su probable transmisión.
El carácter de la progenie «inicio precoz de la fructificación» guarda relación positiva con la brevedad de la fase juvenil de los parentales. En el olivo se ha observado que plantas de semillero de Picholine, cultivar precoz, tienen una fase juvenil más breves que otras. Este carácter está presente en otros cultivares, como Leccino, Ascolana Tenera, Pendolino, Coratina y la nueva selección I-77.
En cuanto a la «regularidad de fructificación», se ha comprobado que el ritmo de la constancia productiva (bienal, plurienal) es característico de todo cultivar. Por tanto, conviene profundizar en el conocimiento de este carácter para verificar si se trata de un factor genético o es consecuencia de las técnicas de cultivo.
Para el carácter «aborto ovárico», algunas observaciones indican que variedades con más de un 60 % de abortos ováricos se muestran igual de productivas o más que otras con una proporción de abortos ováricos inferior al 10 %.
Por lo que se refiere al «contenido de los frutos en aceite», que varía en función del cultivar, se ha observado una correlación significativa entre el índice de calidad de los frutos (relación entre peso del fruto y contenido en aceite) y el índice foliar (LAI); así como que el índice de calidad del fruto es preferentemente herencia materna.
Otros caracteres, como «longitud del hueso» y «longitud del fruto», son transmisibles por herencia, mientras que la escasa correlación apreciada en el olivo entre «peso de la pulpa» y «peso del hueso» autoriza a pensar en la posibilidad de mejorar genéticamente dicha relación.
Por lo que respecta al «vigor», es sabido que este carácter varía entre cultivares aunque, en la mayor parte de los casos, las variedades más difundidas pertenecen al tipo medio-alto. El carácter «compacto» aún no se ha estudiado lo suficiente, en el olivo: los únicos datos conocidos proceden de los trabajos de mejora genética realizados en China, gracias a los cuales se han obtenido cultivares de talla reducida. También se han seleccionado clones poco vigorosos de cultivares existentes, como Amigdaloila Nana en Grecia e I-77 en Italia. El cultivar de origen italiano Briscola, obtenido mediante mutagénesis inducida con radiación gamma, carece de interés agronómico.
La «facilidad para formar raíces» presenta en el olivo una variabilidad enorme, y junto a cultivares que no enraizan hay otros con un porcentaje de enraizamiento próximo al 100 %; por el momento, se ignora el mecanismo de transmisión de este carácter.
Aunque falta investigación orgánica, se piensa que la «resistencia a los parásitos» tiene un comportamiento varietal diferente. Así, en el caso del repilo (*Spilocaea oleagina*), se consideran menos sensibles los cultivares Ascolana Tenera, Cellina di Nardò, Dolce Agogia, Farga, Leccino, Leccio del Corno, Lechin, Koronaiki, Nevadillo Blanco, Nocellara Etnea, Mignolo, Ottobratica, Piangente, Sevillano, Zaituna y Zorzaleno. Por su resistencia a la traqueoverticilosis (*Verticillium daleae*) se ha señalado el cultivar Oblonga, mientras que



Ejemplo de cultivo del olivo en hileras. (Fotografía de Gianluca Boetti).

los semilleros de los cultivares Chemlali, Frantoio y Arbequina ofrecen mayor resistencia a este parásito que otros. En cuanto a la mosca del olivo (*Dacus oleae*) y la polilla del olivo (*Prays oleae*), se ignora si, al margen de la evidencia de una mayor sensibilidad de los cultivares de maduración precoz, la especie *Olea europaea* u otras afines contienen el carácter «resistencia al parásito».

Por lo que respecta a los factores abióticos y, en particular, la «resistencia al frío», hay numerosos datos sobre sensibilidad y resistencia de numerosos cultivares tomados en las áreas frías en que se cultiva el olivo. De trabajos realizados en China con variedades de origen diverso se deduce que la progenie de cultivares procedentes de países fríos es significativamente más resistente que la procedente de cultivares albaneses.

En cuanto a la «resistencia a la sequía» y la «resistencia a la salinidad» se considera que, en general, los cultivares más resistentes son los seleccionados a lo largo del tiempo en los países del norte de África y Oriente Medio, de clima más árido. Pero faltan observaciones más sistemáticas y se ignora el mecanismo de herencia de estos caracteres.

Aun siendo conocida la notable variabilidad genética de *Olea europaea*, faltan, como ya se ha señalado, datos que indiquen qué caracteres son de determinación epigenética, monogénica o poligénica y, en este último caso, si la herencia es aditiva o por interacción. La falta de datos sobre las características genotípicas obliga a utilizar, en los trabajos de mejora genética, parentales evaluados sólo fenotípicamente para los caracteres que se quieren mejorar. En cuanto a los criterios de selección, a falta de estudios específicos de correlación entre genotipo y fenotipo, se opta por escoger, entre las plantas de semillero obtenidas, los individuos que superan a los progenitores en los caracteres que quieren mejorarse.

Los métodos utilizados para la mejora genética del olivo son los siguientes:

- Selección masiva. Consiste en escoger, sobre la base de características fenotípicas, a los individuos mejores de una población. Se deja que polinicen libremente y se obtiene así una generación F_1 en la que de nuevo se seleccionarán los individuos mejores, que pueden constituir la nueva línea portasemillas para la siguiente selección o, directamente, un nuevo cultivar. Con este método la selección se hace exclusivamente basándose en las características maternas.
- Selección recurrente. Se efectúa un cruce entre dos parentales seleccionados sobre la base de caracteres fenotípicos; en cada generación se cruzan de nuevo en todas las combinaciones posibles los genotipos con caracteres fa-

vorables. También en este caso ya en la F_1 puede identificarse un nuevo cultivar.
- Recruzamiento. Este método se utiliza para transferir un carácter determinado a un cultivar de utilidad agronómica ya demostrada. Este último se emplea como progenitor recurrente y se cruza con otro que tenga el carácter buscado. En cada generación se seleccionan los individuos que presentan el carácter y se vuelve a cruzar con el progenitor recurrente. Al final del proceso puede obtenerse así un nuevo cultivar al que junto a los caracteres de la variedad de partida se le ha fijado uno nuevo.
- Variedades híbridas. Se obtienen cruzando dos líneas puras. Puesto que, en el olivo, la constitución de líneas puras es una operación larga y complicada, aunque posible, no se prevé alcanzar este objetivo en poco tiempo, salvo que pueda disponerse de homocigotos procedentes de cultivos de tejidos haploides.

Técnica de polinización

La dificultad de emascular las flores del olivo aconseja utilizar para la mejora genética por cruzamiento cultivares portasemillas autoestériles (salvo que se quieran obtener líneas puras). El grado de autoesterilidad, aunque está controlado genéticamente, puede oscilar en función del medio o ser modificado por microambientes, como sucede cuando los ramos floríferos se envuelven en una bolsa de terileno para efectuar el cruzamiento controlado. Por tanto, hay que escoger plantas portasemillas autoestériles y verificar si la autoesterilidad se mantiene también en las bolsas.

Las yemas de flor escogidas para el cruzamiento deben ensacarse al menos una semana antes de la floración. Su número debe ser doble al de las yemas del polinizador mientras que el número total de yemas que debe ensacarse depende del número de flores, del porcentaje de cuajado y de la capacidad germinativa de las semillas. La población de plantas de semillero obtenida a partir del cruzamiento no debe ser inferior en ningún caso a 100 individuos, con el fin de obtener una muestra suficiente para estudiar la variabilidad.

Una vez abiertas más de la mitad de las flores se procede a la polinización, introduciendo los ramos del polinizador en las bolsas de la planta portasimiente. Por último, se cierran de nuevo las bolsas y se agitan.

Las aceitunas obtenidas mediante cruzamiento se recogen en la fase intermedia de maduración, en el momento en que la semilla alcanza el máximo peso seco, ya que en esta fase germinan antes y sin necesidad de estratificación, presumiblemente porque todavía no se han acumulado los inhibidores de la germinación. Una vez eliminada la pulpa, con o sin rotura del endocarpio, se siembran las semillas en un medio controlado.

El problema de la fase juvenil

Las plantas de semillero de olivo tienen una fase juvenil extremadamente larga y, en condiciones naturales de crecimiento, entran en fructificación 15 a 20 años después de la germinación. Esto constituye uno de los principales obstáculos con que topan los programas de selección mediante cruzamiento. Para resolver el problema pueden seguirse dos caminos: establecer correlaciones entre caracteres morfológicos de las plantas de semillero y comportamiento agronómico en la fase adulta, lo cual permite la selección precoz, sin esperar la evolución de la planta; o acortar la fase juvenil mediante técnicas apropiadas de cría de las plantas de semillero. La primera opción no es viable en la actualidad, puesto que no hay datos concretos; pero sí se han hecho tentativas de acortamiento de la fase juvenil. Sobre la base de los actuales conocimientos y con el fin de limitar el carácter juvenil de las plantas de semilleros de olivo conviene recurrir durante la primera fase de crecimiento a intervenciones que aceleren el desa-

rrollo vertical de las plantas porque, para lograr la diferenciación de flores, es preciso que el olivo alcance una altura suficiente, como se ha demostrado con claridad en otras especies. Por tanto es necesario:
- Criar las plantas en posición vertical.
- Mantener las plantas en fase de crecimiento continuo.
- Evitar la poda en la medida de lo posible, salvo para eliminar las ramificaciones más bajas.
- Utilizar sustratos fértiles y abundantemente abonados.

Cuando las plantas de semillero alcanzan la fase de transición (paso de la fase juvenil a la adulta), lo que se pone de relieve por la desaparición de los caracteres silvestres y la aparición de otros próximos a la fase madura, las plantas se convierten en potencialmente fértiles. Durante esta fase, y para acelerar la entrada en producción, se consideran útiles las siguientes operaciones:
- Injertar en plantas adultas o enanizantes.
- Anular las ramas laterales.
- Aplicar fitorreguladores estimulantes de la floración.
- Imponer condiciones de estrés que depriman el crecimiento, como el frío, la carencia hídrica o la poda de las raíces.

De algunas de estas técnicas existen ya experiencias directas. Por ejemplo, se han obtenido resultados positivos con la cría de las plantas de semillero en macetas en invernadero, manteniendo las plantas en posición vertical hasta el momento de la floración, que se produce 5 o 6 años después de la germinación. De este modo, las plantas son capaces de producir en un período razonable, algunos frutos, suficientes no obstante, para una primera evaluación de sus características morfológicas; la evaluación definitiva de la productividad exige un mayor crecimiento de la copa, que se logra trasplantando los ejemplares a macetas más grandes o directamente al campo. De acuerdo con observaciones hechas en Israel, trabajando en un medio cálido y con abundantes aportes hídricos y nutricionales y podando continuamente para eliminar las ramas más bajas, las plantas de semillero cultivadas en tierra empiezan a florecer 3 o 4 años después del trasplante.

CLASIFICACIÓN VARIETAL

El olivo pertenece a la familia Oleaceae, compuesta por cerca de 30 géneros y 600 especies.

El olivo cultivado pertenece al género *Olea*, especie *europaea* subespecie *sativa*; que se diferencia de la subespecie oleaster, a la cual pertenecen los olivos silvestres difundidos en extensas áreas del medio circunmediterráneo, y que derivaría de la *Olea europaea* por diseminación espontánea y segregación de los caracteres. Investigaciones recientes tienden a revisar la clasificación del género *Olea*, identificando formas, ciclos y sinónimos heterotípicos de las diversas especies hallados en África, Asia y Oceanía.

Todas las especies del género *Olea* tienen 23 cromosomas (2n = 46).

Las variedades de *Olea europaea* son numerosísimas; de hecho, pocas especies cultivadas pueden vanagloriarse de un patrimonio varietal tan rico como el del olivo, estimado en más de 2.000 cultivares. No es arriesgado suponer que todavía hoy se cultivan, en los diversos países olivareros, variedades ya conocidas en épocas remotas, aunque la evolución del lenguaje haya modificado las denominaciones originales, ni permita su identificación que, por otra parte difícilmente puede deducirse de las descripciones dadas por los autores antiguos. En cualquier caso, no puede excluirse que, con la evolución de los sistemas de cultivo, se hayan perdido algunas variedades en beneficio de entidades genéticas mejores, más productivas, de fruto más grueso, con mayor rendimiento en aceite, más resistentes a los parásitos, etc., o que se hayan do-

mesticado nuevas variedades originadas espontáneamente por diseminación natural.

Hay que tener en cuenta además que, en ciertas situaciones particularmente difíciles desde el punto de vista climático, la especie ha podido asentarse gracias a la existencia de cultivares específicos derivados de selecciones de plasma germinal importado y, aún más, de selecciones de nuevas entidades genéticas. Aunque numerosísimos cultivares están descritos desde tiempos remotos, todavía hay muchos sin clasificar y hasta desconocidos. En efecto, no es difícil encontrar en las zonas olivícolas antiguas y de escasa evolución técnica ecotipos no identificados o conocidos sólo localmente, y con frecuencia de origen antiguo. La identificación y la clasificación varietales del olivo se ven complicadas además por la presencia de numerosas homonimias y sinonimias todavía no perfectamente codificadas, por lo que variedades distintas se designan con el mismo nombre (homonimia), o bien el mismo cultivar en el mismo medio o en medios distintos recibe nombres diversos (sinonimia). No obstante, la principal dificultad de la diferenciación entre cultivares deriva de la falta de métodos de evaluación genética en sentido estricto, a excepción de algunos intentos de estudio isoenzimático mediante electroforesis realizados en Grecia, España y Francia con pólenes, hojas y ápices radicales ya en 1970. Los mayores problemas para la aplicación de estas técnicas son los cambios cualitativos y cuantitativos de las isoenzimas que determinan la aparición de bandas nuevas y la desaparición de otras a lo largo de las distintas fases de desarrollo y crecimiento de las plantas, lo cual dificulta el muestreo. Además, para interpretar correctamente los datos electroforéticos hay que tener en cuenta diferencias tanto cuantitativas como cualitativas, pese a que son las primeras las que indi-

Olivos en la zona comprendida entre Basilicata y Pulla. (Fotografía de Gianluca Boetti).

can variaciones básicas de la estructura de las proteínas y afectan directamente a la distinción entre los genes. Para determinar la distancia genética entre cultivares puede utilizarse el índice de similitud (SI), que viene dado por la relación porcentual entre el número de bandas homólogas y el número de bandas totales.

Los sistemas enzimáticos estudiados hasta el momento representan sólo una pequeña fracción de los loci del genoma del olivo, lo que depende también del hecho de que sólo se conocen las técnicas para algunos de ellos. Por este motivo, incluso si no se encuentran diferencias isoenzimáticas, no pueden excluirse por completo las variaciones genéticas.

Para el reconocimiento varietal pueden utilizarse, además de las isoenzimas, otros marcadores bioquímicos (por ejemplo, los diversos pigmentos carotenoides analizados mediante cromatografía en capa fina); no obstante, al estar producidos directamente por los genes, los sistemas enzimáticos son los que pueden indicar con mayor precisión las diferencias genéticas entre cultivares. El análisis de los RFLP es la única técnica que permite el conocimiento completo del genoma del olivo; esta línea de trabajo se halla todavía en su fase inicial.

Por las dificultades de aplicación de técnicas analíticas de diferenciación varietal de base genética, los distintos cultivares se han evaluado hasta la fecha en función de caracteres morfológicos, biológicos, fisiológicos y agronómicos. A continuación se describen brevemente los principales métodos de clasificación.

Clasificación basada en caracteres morfológicos

Ya a principios del siglo XIX, Tavanti propuso la forma del hueso como base de clasificación , y logró así ordenar diversos cultivares en 21 grupos. Desde entonces han adoptado este método otros autores.

Clasificación morfobiológica

En este método se parte de los caracteres morfológicos del fruto y de la hoja, a los que se suman otros elementos de evaluación relativos al comportamiento biológico y agronómico de la planta; se obtiene así una compleja y detallada ficha elaiográfica, tal como propusieron Ciferri, Marinucci y Morettini. La elaboración de los numerosos datos ha permitido subdividir el conjunto de los caracteres en dos agrupaciones:

- Caracteres fundamentales: Comprenden características morfológicas de la drupa y el hueso que permiten identificar grupos de cultivares entre sus afines.
- Caracteres secundarios, que se subdividen en caracteres morfológicos de la hoja y la posición de las ramas y caracteres biológicos y agronómicos. Los caracteres secundarios sirven para identificar cultivares dentro de grupos homogéneos.

A pesar de todo, los diversos factores ambientales o los distintos sistemas de cultivo pueden provocar modificaciones del fenotipo (tamaño del fruto, dimensión y coloración de la hoja, longitud de los entrenudos, época de floración, etc.) y, aunque ciertos caracteres como el porte del árbol, la forma del fruto, la de la hoja y del hueso sean bastante estables, no siempre es posible identificar un cultivar con seguridad.

Desde el punto de vista agronómico, la clasificación varietal sigue un método más práctico que presupone la subdivisión en función del destino del fruto; con arreglo a este criterio, los cultivares del olivo se clasifican en cultivares de almazara, cultivares de aceituna de mesa y cultivares de doble aptitud.

Los cultivares de almazara son los dedicados de forma predominante a la extracción de aceite, y se caracterizan por un rendimiento variable, pero normal-

mente no inferior al 16-18 %. El fruto suele ser de tamaño mediano o mediano-pequeño, con un peso que oscila entre 1 y 3,5 g. La relación pulpa-hueso es relativamente baja.

Los cultivares de aceituna de mesa producen frutos que, tras sufrir diversas transformaciones, se destinan al consumo directo. El fruto es grueso o mediano-grueso y pesa entre 5 y 17 g. La relación pulpa-hueso es elevada, pero el rendimiento en aceite suele ser bajo. Dentro de los cultivares de aceituna de mesa cabe diferenciar entre los destinados de forma predominante a la producción de aceitunas verdes y los destinados a producción de aceitunas negras.

Los cultivares de doble aptitud pueden utilizarse tanto para extracción de aceite como para producción de aceitunas de mesa. El fruto presenta características intermedias entre los dos grupos que acaban de describirse.

A continuación se recoge un repertorio de los principales cultivares de los países olivareros clasificados por su especialización productiva.

ITALIA

- Cultivares de almazara: Barese, Biancolilla, Bosana, Canino, Carpellese, Casaliva, Castiglionese, Cellina di Nardò, Cerasuola, Coratina, Correggiolo, Dritta, Frantoio, Gargnà, Gentile di Chieti, Gentile di Larino, Leccino, Maurino, Messinese, Moraiolo, Ogliarola di Lecce, Olivella, Ottobratica, Pendolino, Pisciottana, Procanica, Ravece, Raja, Razzola, Rotonda, Rotondello, Rosciola di Rotello, Santagatese, Sargano, Sinopolese, Taggiasca.
- Cultivares de aceituna de mesa: Ascolana Tenera, Bella di Cerignola, Bella di Spagna, Caizzana, Giarraffa, Nocellara del Belice, Nocellara Etnea, Pizz'e Carroga, Santa Caterina, Sant'Agostino, Tonda Iblea, Uovo di Piccione, Zaituna.
- Cultivares de aptitud doble: Ascolana Semitenera, Carolea, Cucco, Grossa di Cassano, Intosso, Itrana, Maiatica di Ferrandina, Messinese, Moresca, Nera di Gonnos, Nocellara, Passalunara, Provenzale, Tonda di Cagliari.

ESPAÑA

- Cultivares de almazara: Alameño de Cabra, Aloreña, Arbequina, Avellanejo, Blanquillo, Carrasqueño de Alcaudete, Carrasquillo, Chorreao de Montefrío, Datilero, Lechín de Sevilla, Manzanilla de Huelva, Manzanilla Picúa, Morcal, Negrillo de Arjona, Negrillo de Estepa, Negrillo de lznalloz, Negro, Nevadillo, Picual, Picual de Almería, Rechino, Torcio, Verdial de Vélez-Malaga, Zorzariega.
- Cultivares de aceituna de mesa: Buidiego, Campanil, Cañivano Blanco, Cañivano Negro, Cornezuelo, De Sal, Dulzal, Gordal, Gordal de Archidona, Gordalejo, Imperial, Limoncillo, Loaime, Manzanilla, Manzanilla de Almería, Manzanilla de Agua, Manzanilla de Montefrío, Manzanilla de Piquito, Manzanilla de Jaén, Manzanilla Cacereña, Morona, Tomadillo.
- Cultivares de aptitud doble: Bical, Carrasqueño de la Sierra, Changlot Real, Galego, Gatuno, Hendeno, Hojiblanca, Lechín de Granada, Manzanilla Prieta, Manzanilla de Zahara, Mollar, Ocal, Pico Limón, Rapasayo, Royal, Verdial de Huevar.

PORTUGAL

- Cultivares de almazara: Alentejana, Cobrancosa, Madural, Mora, Verdeal Picual, Verdeal Transmontana.
- Cultivares de aceituna de mesa: Azeitoneira, Gordal, Hojiblanca, Negrinha.
- Cultivares de aptitud doble: Algarvia, Bical de Castelo Branco, Blanqueta, Branquita, Conerva de Elvas, Cordovil de Castelo Branco, Cordovil de Serpa, Galega Grada de Serpa, Galega Vulgar, Macanilha, Macanilha Carrasquenha,

Macanilha Carrasquenha de Almendralejo, Redondal, Redondil, Verdeal Alentejana.

FRANCIA
- Cultivares de almazara: Araban, Argental, Blancal, Bouteillan, Cailletier, Moiral, Olivière, Pendoulier, Pigalle, Pignole, Rendonan, Ribier, Rouget, Sayern.
- Cultivares de aceituna de mesa: Lucques.
- Cultivares de aptitud doble: Aglandau, Amellau, Argoudeil, Belgentièroise, Bouteillan, Cailletier, Germaine, Grossanne, Pagètoise, Picholine, Poumal, Pruneau de Cotignac, Solonenque, Tanche, Verdale.

GRECIA
- Cultivares de almazara: Agouromanacolia, Corfolia, Coroneiki, Daphnoella, Daphonolia, Mastoidis Grande, Mastoidis Micra, Smertolia, Throumbolia, Vanalolia.
- Cultivares de aceituna de mesa: Adrocarpos, Amygdaloila, Conservolia, Halkidiki. Mastoides, Stravolia.
- Cultivares de aptitud doble: Adramittini, Carydolla, Kalamata, Methonia, Megaritiki, Vassiliki.

YUGOSLAVIA
- Cultivares de almazara: Beleka, Belica, Lastovka, Zutika.
- Cultivares de aptitud doble: Buga, Crnica, Istrica Belica, Oblica.

ARGELIA
- Cultivares de almazara: Abelout, Chemlal, Faneya, Haimel, Limli.
- Cultivares de aptitud doble: Adzeradj, Blanquete de Guelma, Bouchouk de la Soummam, Bouchouk Lafayette, Sigoise.

TÚNEZ
- Cultivares de almazara: Chemchali, Chemlali, Chetoui, Gerboui, Zalmati.
- Cultivares de aceituna de mesa: Guerboui, Meski, Saiali, Zarazi.
- Cultivares de aptitud doble: Barouni del Sahel, Besbessi, Gerboua, Limi, Marsalina, Ouslati, Tefahi, Zarazi del Sud, Yacouti.

TURQUÍA
- Cultivares de almazara: Cakir, Cilli Gilek, Edremit, Memecik.
- Cultivares de aceituna de mesa: Aydin Memecik, Ayvalik, Celebi, Domat, Erkence, Gemlik, Izmir Sofralik, Memeli.

IRAQ
- Cultivares de almazara: Ajrosi, Barmaghi, Bashika, Dikkam, Kasb, Jelin.

ESTADOS UNIDOS (CALIFORNIA) Y MÉXICO
- Cultivares de aceituna de mesa: Ascolana Tenera, Sevillana.
- Cultivares de aptitud doble: Manzanilla, Mission.

ARGENTINA
- Cultivares de almazara: Arbequina, Frantoio, Leccino.
- Cultivar de aceituna de mesa: Arauco.
- Cultivar de aptitud doble: Empeltre.

CHILE
- Cultivar de almazara: Liguria.
- Cultivares de aceituna de mesa: Azapa, Olivos.
- Cultivares de aptitud doble: Empeltre, Manzanilla, Sevillana.

CHIPRE
– Cultivares de almazara: Coroneiki, Mastoides.
– Cultivares de aceituna de mesa: Conservolia, Cucco, Kalamata.
– Cultivar de aptitud doble: Ladoelia.

ISRAEL
– Cultivar de almazara: Barnea.
– Cultivares de aceituna de mesa: Kadesh, Manzanilla, Mehravia, Uovo di Piccione.
– Cultivares de aptitud doble: Muhasan, Nabali Baladi, Souri.

MARRUECOS
– Cultivar de aceituna de mesa: Meslala.
– Cultivares de aptitud doble: Haouzia, Manzanilla, Picholine Marocaine.

PAKISTÁN
– Cultivares de aceituna de mesa: Gemlik, Uslu.

SIRIA
– Cultivar de almazara: Zaity.
– Cultivares de aceituna de mesa: Abou-Salt, Djlat, Kaiss.
– Cultivares de aptitud doble: Dan, Doebli, Khodeiri, Koudeiry, Sorani.

MÉTODOS DE PROPAGACIÓN Y TÉCNICAS DE VIVERO

Las técnicas de propagación aplicables al olivo son, como en el caso de otras especies frutales, la reproducción y la multiplicación. Sin embargo, en la práctica, la reproducción se limita a la mejora genética o a la obtención de semilleros para utilizarlos como portainjertos (portainjertos francos). Esta técnica se justifica porque en la planta de semilla no se reproducen las características varietales de la planta madre, cosa que sí se consigue mediante multiplicación, tanto directa (estaca, óvulo, vástago) como indirecta (injerto).

La multiplicación se basa en la posibilidad de obtener nuevos individuos a partir de porciones de plantas (vástago, óvulo, estaca) capaces de regenerar las partes que faltan; o bien en la soldadura del objeto (o injerto) en el sujeto (portainjerto). En el primer caso se habla de plantas de «pie franco» y en el segundo de plantas «injertadas».

Los diversos métodos de multiplicación directa del olivo son de origen antiquísimo, y probablemente están vinculados con las más tempranas experiencias de cultivo de la especie. Sin embargo, algunos de ellos, como la multiplicación por óvulos, vástagos y estacas leñosas, considerados actualmente sistemas tradicionales, han perdido con el paso del tiempo gran parte de su importancia práctica; los han reemplazado técnicas más modernas, como el injerto en planta de semillero y la estaquilla semileñosa. No obstante, en algunos países olivareros mediterráneos, los métodos tradicionales siguen utilizándose mucho, tanto por su extrema sencillez, como por otros aspectos relacionados con las características de las plantas de que derivan.

En cuanto al injerto, aunque también de antiguo origen, ha sufrido a lo largo del tiempo una acusada evolución, y se ha transformado en técnica moderna con la puesta a punto del sistema de injerto en planta de semilla joven, que determinó el nacimiento y la difusión del viverismo industrial a finales del siglo XIX. Sigue siendo una técnica muy difundida, aunque está retrocediendo dentro del viverismo industrial por la complejidad manual, la deformidad de crecimiento de las plantas así obtenidas y el retraso de la entrada en producción, inconvenientes que se han superado en parte mediante el empleo de portainjertos clonales o

(Fotografía de Gianluca Boetti).

francos seleccionados para determinados caracteres. Se describen a continuación los métodos de multiplicación directa.

Multiplicación por óvulos

Se basa en el empleo de los óvulos, unas formaciones especiales hiperplásticas que surgen espontáneamente, sobre todo en la zona del cuello y en la parte basal del tronco de las plantas adultas. Los óvulos son ricos en yemas latentes y contienen sustancias de reserva capaces de alimentar, una vez separados del árbol, el brote de numerosas yemas y raíces que se desarrollarán en la siguiente estación vegetativa. Se separan en otoño-invierno y se entierran en el terreno a 20-25 cm de profundidad. La técnica mutila la planta madre y no se presta a la producción masiva de plantas nuevas.

De la multiplicación por óvulos se deriva el sistema de propagación ideado en Grecia en la década de 1970; se basa en el uso de fragmentos de masa ovular que se tratan en vivero con una técnica similar a la aplicada a las estacas leñosas. En este caso, la planta madre se sacrifica en su totalidad.

Mutiplicación por vástagos con raíz

Se sirve de vástagos que brotan de forma natural en el cuello de las plantas adultas, a partir de los óvulos. De la base del vástago, cubierta con tierra, brotan numerosas raíces adventicias. Una vez desarrollado un sistema radicular autónomo, se separa de la planta madre y se trasplanta. Para favorecer la emisión de raíces en la base de los vástagos, además de cubrirlos de tierra, se puede descortezar un anillo del tronco o practicar cortes justo por encima del punto de inserción de los vástagos; otra opción es aplicar hormonas rizógenas.

Aun siendo más sencillo que el anterior, tampoco este método tiene aplicación en el viverismo industrial, por el trabajo manual que exige y por el limitado número de plantas que pueden obtenerse a partir de cada planta madre. Además, los ejemplares obtenidos a partir de vástagos al igual que los procedentes de óvulos tardan en entrar en producción, pues mantienen una fase juvenil prolongada.

Multiplicación por estacas

Se basa en el empleo de un trozo (estaca) de rama adulta de 3 o 4 años que puede formar raíces y brotes nuevos a partir de yemas latentes. El método, muy practicado en la antigüedad, se sigue utilizando en algunos países, como España y Portugal, y sirve por lo común para obtener plantas directamente en el terreno de asiento. En los últimos tiempos se ha mejorado con el uso de bolsas gruesas llenas de tierra ligera en cuyo interior se ponen a enraizar las estacas previo tratamiento con hormonas rizógenas.

El límite que este sistema presenta desde el punto de vista de la aplicación práctica viene dado por la dificultad de disponer de abundante cantidad de material por planta madre, que suele obtenerse de las podas.

Multiplicación por estaquillas semileñosas

Este método, ideado en Estados Unidos por Hartman a finales de la década de 1950 y difundido por todo el mundo con el nombre de «*mist propagation*» o «nebulización», es la técnica de multiplicación del olivo más empleada en los viveros industriales. Dado que utiliza porciones relativamente pequeñas de brotes de un año o del mismo año tiene la enorme ventaja, frente a los métodos anteriores, de que cada planta madre proporciona gran cantidad de material de propagación. Se basa en la capacidad de emitir raíces que tiene un brote semileñoso con hojas separado de la planta madre, tratado con hormonas específicas y sometido a determinadas condiciones ambientales. En la práctica, las estaquillas se colocan en un bancal relleno de un sustrato apropiado para el enraizamiento e instalado en un invernadero provisto de un circuito de nebulización que mantiene un grado higrométrico elevado en torno a las estaquillas mediante la aspersión periódica de las hojas. Es de la mayor importancia –en realidad, es imprescindible– mantener la actividad funcional de las hojas durante todo el proceso de enraizamiento, tanto para la formación de la raíces como para su desarrollo inicial. La respuesta de las estaquillas en términos de velocidad de emisión y cantidad de raíces depende en gran medida tanto del tratamiento básico con sustancias hormonales de síntesis (ácido betaindolbutírico o IBA) y de la temperatura del sustrato (entre 20 y 22 °C) como del cultivar (factor genético), de la época en que se tomen las estaquillas (estacionalidad) y de las condiciones nutricionales de la planta madre (estado de la planta madre).

La nebulización también tiene inconvenientes; el principal es la complejidad de la estructura necesaria (sistema automático de control de la nebulización). Por otra parte, el baño prolongado de las estaquillas durante toda la fase de enraizamiento (50 a 60 días) puede provocar la necrosis de las yemas axilares por sedimentación de las sales contenidas en el agua, así como un empobrecimiento en sustancias de reserva.

Una alternativa a la nebulización es la propagación por estaquilla en cama caliente, puesta a punto por el IRO-CNR de Perugia a principios de la década de 1970. Consiste en favorecer el enraizamiento de la estaquilla en una caja de enraizamiento (cama caliente) en cuyo interior pueden fijarse los principales factores que favorecen la rizogénesis. El material de propagación es esencialmente similar al utilizado en la técnica de nebulización, pero el sistema resulta mucho más sencillo, sobre todo en lo referente a las instalaciones y el mantenimiento.

La cama caliente es un bancal cuya parte inferior se rellena de un sustrato de enraizamiento apropiado (casi siempre perlita) que sujeta las estaquillas y retiene una reserva de agua. Se mantiene a una temperatura óptima con un circuito de calentamiento regulado por termostato. La parte superior de la cama (cámara húmeda), destinada a albergar la porción apical de las estaquillas, está cerrada por paredes y cubierta revestidas de polietileno transparente a la luz y permea-

ble a los gases que conserva una atmósfera saturada de humedad. La cama caliente se instala dentro de un invernadero de enraizamiento de dimensiones apropiadas y, sobre todo, bien sombreado mediante el encalado del invernadero que estará cubierto en un 75 % por una red sombreadora; otra opción es utilizar un invernadero climatizado. En cuanto a las condiciones del interior de la cama caliente, hay que evitar el exceso de humedad del sustrato mediante el correspondiente drenaje y conservar en todo momento una humedad relativa del 100 %. El sustrato de enraizamiento se mantiene a una temperatura media (20 a 22 °C) durante todo el ciclo.

La técnica de multiplicación por estaquillas consta de tres fases: enraizamiento, endurecimiento y crianza.

La primera comienza con la recolección de los ramos en la planta madre y la preparación de las estaquillas. Esta operación determina los buenos resultados finales y se hace teniendo en cuenta todos los factores que influyen en la capacidad de enraizamiento, tanto los intrínsecos a la estaquilla (tipo y porción del ramo, cultivar, características de la planta madre, estacionalidad) como los extrínsecos (condiciones internas y externas de la cama caliente, tratamiento con fitorreguladores rizogénicos, técnica de preparación de las estaquillas). En la toma de muestras de primavera se utilizan los ramos fructíferos de un año escogiendo los de la parte exterior de la copa, bien endurecidos y con un diámetro medio no inferior a 2,5-3 mm.

Las estaquillas se forman con porciones de ramos de 4 a 6 nudos, a los que se dejan sólo las 4 hojas de los dos nudos terminales. El corte basal se hace justo por debajo del nudo para favorecer la cicatrización de la herida. Las estaquillas así preparadas se tratan con fitorreguladores rizógenos (ácido indolbutírico o IBA, ácido naftalenoacético o NAA o una mezcla de ambos en solución hidroalcohólica o dispersos en talco) y se clavan en el sustrato a una profundidad no mayor de 3-3,5 cm.

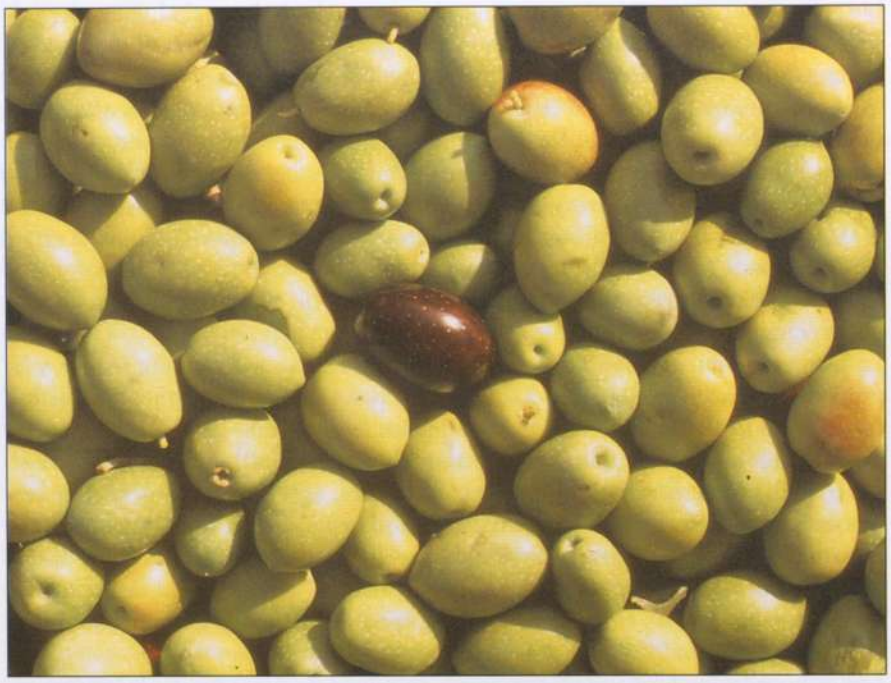
Como se ha dicho, el potencial rizogénico está influido genéticamente, habiéndose observado diferencias sensibles entre cultivares; este carácter se ha verificado además en muchos cultivares, aunque no en todos. En general, incluso en cultivares predispuestos al enraizamiento, conviene que el material se obtenga de plantas jóvenes, bien nutridas, a ser posible de regadío y en buen equilibrio vegetativo-productivo. Es asimismo imprescindible que el material esté controlado desde el punto de vista fitosanitario.

La capacidad de enraizamiento de las estaquillas está también directamente influenciada por el estado vegetativo de la planta en el momento en que se obtienen de ella los ramos; de dicho estado dependen las condiciones de nutrición y el equilibrio hormonal del material y, por tanto, de las estaquillas. Se ha observado que, en general, el período de máxima propensión al enraizamiento es el correspondiente a la actividad vegetativa, es decir, el intervalo entre marzo y noviembre-diciembre, salvo los meses más cálidos.

La segunda fase, la de endurecimiento, comienza con el desarraigo de las estaquillas que han desarrollado un buen sistema radicular (al menos tres raíces de 3 a 4 cm de longitud) y termina con la estabilización de los plantones. A tal fin, las estaquillas enraizadas se trasplantan a pequeñas macetas y se mantienen en invernadero para controlar mejor la intensidad luminosa, a cuyo exceso son muy sensibles las plantas jóvenes, y la temperatura que, al menos al principio, no debe ser inferior a 12-15 °C. En esta fase, las plántulas comienzan a adaptarse a la vida autónoma, el sistema radicular se alarga y empieza la actividad vegetativa de las yemas axilares que originarán nuevos brotes. Las operaciones que deben realizarse durante el endurecimiento se limitan –al margen, por supuesto, del control de las condiciones medioambientales– al riego periódico.

La tercera fase es la crianza de los plantones y consiste en mantenerlos endurecidos en vivero hasta lograr plantas preparadas para llevar al terreno de asiento.

(Fotografía de Gianluca Boetti).



Aunque en el pasado esta fase se desarrollaba en planteles en los que las plantas crecían en tierra, ahora se prefiere la crianza en macetas.

Esta técnica, puesta a punto por el IRO-CNR de Perugia, consiste en trasplantar las plántulas a recipientes apropiados con tierra adecuada y abono suficiente para asegurar el crecimiento óptimo de las plantas en términos de desarrollo global y calidad del sistema radicular, dos aspectos fundamentales para que los ejemplares arraiguen y crezcan rápidamente en el campo. De acuerdo con esta técnica, las plantas se colocan en macetas de plástico de 2 a 3 litros con un compost formado por tierra limosa-arenosa, turba, mantillo de bosque u otro material orgánico y arena de río gruesa en una proporción volumétrica de 2:1:1:1. Una vez preparado, se incorpora al compost un abono mineral a base de nitrógeno, fósforo, potasio y microlementos. El trasplante de los plantones endurecidos en maceta se hace en primavera. Las macetas, colocadas bajo protección en un 70 % por redes sombreadoras y apoyadas en tierra sobre una película de revestimiento negra, se riegan con un dispositivo de goteo que asegura un aporte hídrico regular y mantiene el sustrato en condiciones de humedad óptimas. Este sistema permite, además, añadir abonos nitrogenados durante toda la fase de crecimiento. Como alternativa puede utilizarse un sistema de nebulización que, si bien es más sencillo desde el punto de vista estructural, exige mayor disponibilidad de agua. Para obtener plantas de pie único se selecciona precozmente un único brote que se mantiene recto con ayuda de un tutor. Al término de la estación vegetativa, las plantas ya han alcanzado una altura suficiente y son idóneas para llevarlas al terreno de asiento.

En los viveros olivícolas más avanzados, la práctica de crianza de plantones en macetas es la técnica más común, con variantes que afectan al tipo de recipiente, al sustrato y a los sistemas de riego utilizados.

Las ventajas de estas técnicas son notables. En el vivero se logra una economía considerable, debido a la relativa brevedad del ciclo y a que no utiliza mano de obra especializada. Además con la crianza en macetas el vivero no necesita disponer de terrenos de naturaleza y fertilidad especiales, que sí se requieren en el sistema tradicional de crianza en tierra. Para el olivicultor, con los plantones criados en macetas se simplifica el transporte desde el vivero a la finca y luego

al terreno de asiento, donde la facilidad de distribución de los ejemplares agiliza las operaciones de trasplante. Además, como el sistema radicular se mantiene íntegro durante el trasplante, los plantones no sufren ninguna crisis y dan una respuesta vegetativa rápida. Por último, pueden almacenarse tranquilamente en la finca siempre que sea preciso, a la espera de la implantación en el terreno de asiento.
Las innovaciones tecnológicas descritas constituyen una incentivación válida para el viverismo, lo que es importante para el desarrollo del sector, sobre todo en zonas carentes de infraestructuras, comunes en muchos países olivareros.
Examinemos ahora los métodos de multiplicación indirectos.

Injerto sobre plantas de semillero
Esta técnica, utilizada por primera vez en Italia en viveros de Pescia (Toscana), ha adquirido una importancia considerable desde el siglo pasado, en muchos países olivareros.
La primera fase del método es la obtención del semillero franco. A tal fin se recogen, por lo general en los meses de noviembre y diciembre, semillas de cultivares normalmente caracterizados por hueso pequeño y embriones de elevado poder de germinación. Los huesos se siembran en un bancal al aire libre entre finales de agosto y principios de septiembre, en una almáciga en terreno limoso-arenoso, calcáreo; la germinación tarda aproximadamente mes y medio. El transplante se efectua al año siguiente, entre abril y mayo, llevando las plántulas a otra almáciga en la que, transcurrido un año, están preparadas para la segunda fase, que es el injerto.
Aunque en el olivo pueden utilizarse toda clase de injertos, en esta técnica suele recurrirse al injerto «de pluma», sobre plantas de semillero de uno o dos años.
El injerto se hace en primavera; es preciso que la planta esté «en savia» y que la corteza se separe con facilidad. El patrón se corta a unos 5 cm del suelo, se hace un corte longitudinal en la corteza de unos 2 cm y se separan los dos labios así formados. La púa, cortada oblicuamente en «pico de lucio», se inserta con el corte transversal hacia el interior, en correspondencia con el corte longitudinal, entre la corteza y el cilindro central. La púa se prepara con ramos de un año de vigor medio, de 4 a 5 mm de diámetro y con dos entrenudos, de los cuales sólo el superior tiene hojas, que se parten por la mitad transversalmente. Patrón y púa se atan con firmeza, y la herida se recubre de masilla. Las plantas injertadas se mantienen un año en la misma almáciga; durante este período se selecciona un único brote de la púa. Al término de la estación las plantas injertadas alcanzan 50 o 60 cm de altura. En la primavera siguiente se trasplantan en filas a un bancal en el que, normalmente, permanecen otro año más antes de la comercialización. En el momento de la venta, se sacan las plantas de la tierra con el cepellón, que se envuelve en paja de arroz. La duración y complejidad de la técnica saltan a la vista; además de abundante mano de obra muy especializada, hacen falta condiciones ambientales (temperatura media diaria, humedad del aire, naturaleza del suelo) que no siempre son fáciles de mantener. A esto se suma el hecho de que, en el momento de la venta, el sistema radicular ha de someterse a una fuerte mutilación que afecta negativamente al arraigamiento en el campo y al desarrollo ulterior. Con el fin de aliviar estos inconvenientes, se prefiere terminar la última fase de la crianza en macetas. Por otra parte, al ser las plantas de semillero heterogéneas por su propia naturaleza, influyen de manera distinta en el crecimiento y entrada en producción de los árboles que, por tanto, al menos en los primeros años de vida, presentan formas distintas a pesar de pertenecer al mismo cultivar. Con el fin de evitar este último inconveniente, suele sugerirse plantar el ejemplar injertado

en el terreno de asiento con el punto de injerto enterrado, para favorecer así la formación de raíces adventicias, cosa que puede ocurrir antes del tercer año de plantación.

Injerto-estaca con patrones clonales

Algunos cultivares responden mal a la técnica de enraizamiento, tanto con nebulización como en cama caliente, sea porque su capacidad de formación de raíces es escasa o nula, sea por una estacionalidad muy acusada. En estos casos cabe recurrir al injerto-estaca, técnica puesta a punto por el IRO-CNR de Perugia, que consiste en obtener con una única operación plantas injertadas y enraizadas. Se utilizan patrones clonales, algunos de ellos seleccionados en el citado instituto.

Hacia el final del verano se realiza un injerto inglés sencillo en un patrón cortado horizontalmente. Éste se toma de ramos del año de unos 15 a 18 cm con dos pares de hojas; la púa tiene uno o dos nudos y un par de hojas. Los dos biontes, del mismo calibre una vez cortados, se unen y atan con cinta de «parafilm» que, además de ser autoadhesiva, tiene la ventaja de que se rompe espontáneamente cuando engruesa el punto de injerto.

El injerto-estaca, una vez tratado en la base con hormonas de enraizamiento, como se hace normalmente con las estacas, se planta en cama caliente en unas condiciones de humedad y temperatura que permiten tanto la soldadura de patrón y púa como el enraizamiento del patrón. Al cabo de aproximadamente un mes, el injerto-estaca estabilizado y bien enraizado pasa a la fase de endurecimiento, similar a la de la estaca. De esta forma se obtienen en 12 o 18 meses plantas idóneas para trasplante, y la técnica es sencilla y económica.

Como se ha hecho con otras especies frutales arbóreas, también la producción viverista de olivos trata de ajustarse a criterios más rigurosos basados en una disciplina de producción específica con el fin de obtener plantas certificadas que garanticen la respuesta varietal y aseguren el buen estado fitosanitario y la calidad de las plantas por lo que se refiere al arraigamiento elevado, brotación rápida, uniformidad de crecimiento y velocidad de desarrollo.

Recolección de aceitunas en la zona mediterránea. (Fotografía de Gianluca Boetti).

BIBLIOGRAFÍA

ALTAMURA, L.; ALTAMURA, M. M.; MAZZOLANI, G. «Elements for the revision of the genus Olea (Tourn). L. VI. The taxa present in Oceania with can be ascribed to Olea and allied genera», *Annali Botanici*, vol. XLIII, 1985.

ANGELI, L.; CIMATO, A.; SILLARI, B. «La stroncatura: una vecchia tecnica per ringiovanire un moderno oliveto». *l'Informatore Agrario*, 24, 1985.

BALDINI, E.; SCARAMUZZI, F. «Sul valore dei dati biometrici nella descrizione e classificazione delle razze di olivo in coltura». Annali della sperimentazione agraria, 1952.

BALDINI, E. «Contributo allo studio delle cutlivar toscane di olivo (III - Indagine condotta in provincia di Pistoia)». Annali della sperimentazione agraria, 1956.

BALDINI, E.; SCARAMUZZI, F. *Olive da tavola*, cap.III. Edagricole, Bolonia, 1963.

BALDONI, L.; FONTANAZZA, G. «Preliminary results on olive clonal rootsocks behaviour in the field». Acta Horticulturals, Córdoba, 26-29, sept. 1989.

BARTOLINI, G.; TRONCOSSO, A.; FIORINO, P. «Radicazione di talee di olivo cv 'Frangivento' provenienti da piante madri allevate in ambienti diversi». *Riv. Ortoflorofrutt. It.*, 63, 4, 1979.

BATTAGLINI, M.; FONTANAZZA, G. «La multiplicación del olivo por estaquilla semileñosa y por injerto sobre la misma en bancada caliente cubierta». *Olea*, junio, 1978.

BELLINI, E. «Behaviour of some genetical characters in olive seedings obtained by crossbreeding». Int. Hort. Congr., Florencia, 27 ago.-1 sept. 1990.

BELLINI, E.; PARLATI, M. V.; PANDOLFI, S. «Response of crossed olive trees to seeding rootings». Int. Hort. Congr., Florencia, 27 ago.-1 sept. 1990.

BERENGUER, A. G. «Selección clonal en Olivo (*Olea europaea* L.)». *Olea*, junio, 1978.

BOTTARI, V.; SPINA, P. «Le varietà di olivo coltivate in Sicilia». Annali della sperimentazione agraria, 1952.

BOULOUHA, B. «Sélection clonale de la 'Picholine Marocaine'». *Olea*, 17, 1986.

BREVIGLIERI, N.; Battagia, E. «Ricerche cariologiche in *Olea europaea* L.». Caryologia, VI, 1954.

BREVIGLIERI, N. «Nuovi orientamenti nelle forme di allevamento dell'olivo in coltura intensiva». *Firenze Agricola*, 1, 1959.

BREVIGLIERI, N. «La nuova olivicoltura specializzata intensiva», *L'Italia Agricola*, 8, 1961.

BUIATTI, M.; ROSELLI, G. «Variabilità e selezione in piante a propagazione vegetativa». *Rivista Ortofluorofrutt.*, 63, 1979.

CARUSO, T.; DI MARCO, L. «Indagine sull'areale di coltivazione dell'olivo Nocellara del Belice nei comuni di Partanna. Castelvetrano, Campobello di Mazara». ICA, Palermo, 1982.

CASTORINA, S. «Le varietà di olivo coltivate in Abruzzo». Annali della sperimentazione agraria, 1954.

CHEVALIER, A. «L'origine de l'olivier cultivé et ses variations», *Rev. Int. Bot. Appl. et Agric. Trop.*, 1948.

CIFERRI, R. «Dati ed ipotesi sull'origine e sull'evoluzione dell'olivo». *Olearia*, 1950.

CIFERRI, R.; MARINUCCI, M.; MORETTINI, A. «Dati preliminari per una sistemazione delle razze di olivo in coltura». *L'olivicoltore*, 1, 1942.

CIMATO, A. «Moltiplicazione dell'olivo per talea di branca» *Ing. Agr.*, 5, 1980.

CIMATO, A.; FIORINO, P. «Propagazione. Frutticoltura anni'80». *L'olivo*, REDA, 1981.

CRESCIMANNO, F. G.; SOTTILE, I., «Osservazioni su sette combinazioni di innesto della cultivar 'Frantoio'». *Scienza e Tecnica Agraria*, 9-10, 1971.

CUCURACHI, A.; BRIGHIGNA, A.; DE ANGELIS, M. «Le olive da tavola, IV - Caratteristiche ed attitudini delle olive della varietà 'provenzale'». *Annali Istituto Sperimentale Elaiotecnica*, vol. V, 1975.

D'AMORE, R.; IANNOTA, N.; PERRI, L., Contributo allo studio delle principali varietà di olivo presenti in Calabria, Istituto Sperimentale per l'Olivicoltura, número especiale, vol.I, Cosenza, 1977.

DELFINO, G.; MAROTTA, G. «La valutazione degli effetti economici, a livello aziendale, prodotti dalle innovazioni proposte in alcune realtà olivicole meridionali». Arch. dei corsi di formazione, FORMEZ, Nápoles, 1989.

D'HALLEWIN, G.; MULAS, M.; SCHIRRA, M. «Characteristics of eleven table-olive clones selected from 'Nera' cultivar». Int. Symp. on olive Growing, Córdoba, 26-29 sept. 1989.

FAO, *China: development of olive production*, 23, Roma, 1980.

FIORINO, P.; ZUCCONI, F. «Osservazioni sulla propagazione dell'olivo per talea radicale». Atti delle Giornate di Studio sulla Propagazione delle Specie Legnose, Pisa, 26-28 noviembre 1964.

FIORINO, P. «Ricerche sulla possibilità di propagare l'olivo mediante 'margotta di ceppaia' e 'propagine per trincea'». *Scienza Tecnica Agraria*, 6-7, 1967.

FIORINO, P. «L'olivicoltura in Italia: stato attuale, problemi e prospettive tecniche». Atti della Conferenza Nazionale sull'Olivicoltura, Catanzaro, 1977.

FIORINO, P.; NATALI, S. «Proposte tecniche per una olivicoltura moderna». Giornata di Studio sugli Aspetti Tecnici ed Economici dell'Olivicoltura Viterbese, Viterbo, 1985.

FIORINO, P. «Aspetti agronomici della coltura. L'olivo in Toscana». Regione Toscana, Guinta Regionale, 1986.

FONTANAZZA, G.; RUGINI, E. «Nuove tecniche di propagazione per talea». Seminario sul Vivaismo e Controllo della Rizogenesi mediante Fitoregolatori, Pistoia, 17 junio, 1968.

FONTANAZZA, G.; JACOBONI, N. «Il riscaldamento basale nella propagazione dell'olivo». *Frutticoltura*, 12, 1975.

FONTANAZZA, G.; JACOBONI, N. «Radicazione delle talee di olivo». *Frutticoltura*, 9, 1976.

FONTANAZZA, G.; RUGINI, E. «Effect of leaves and bud removal on rooting ability of olive tree cuttings» *Olea*, diciembre, 1977.

FONTANAZZA, G.; GIUSQUIANI, P. L. «Una nuova linea di produzione delle barbatelle di olivo: L'allevamento in vaso». *Frutticoltura*, 10-11, 1978.

FONTANAZZA, G.; RUGINI, E.; MENCUCCINI, M. «Indagini sull'areale di coltivazione della cultivar 'Ascolana Tenera' nella provincia di Ascoli Piceno». Ann. Fac. Agr. di Perugia, vol. XXXIV, 1980.

FONTANAZZA, G.; BONGI, G.; MENCUCCINI, M. «Variazione stagionale di radicazione naturale ed indotta con I.B.A. (acido 3-indolbutirico) nell'olivo in funzione del ciclo biologico della pianta madre». Atti del congresso Fitoregolatori in Agricoltura, Florencia, 26-27 noviembre 1981.

FONTANAZZA, G.; RUGINI, E. «Radicazione delle cultivar di olivo con il metodo del cassone riscaldato, terzo contributo». *Frutticoltura*, 2, 1981.

FONTANAZZA, G. *Olivicoltura alternativa*. Edagricole, 1982.

FONTANAZZA, G.; RUGINI, E. «Graft union histology in olive tree propagation by cutting graft». *Riv. Ortoflorofrutt. It.*, 1, 1983.

FONTANAZZA, G. *Situazione olivicola italiana e proposte di intervento organico*, Ed. Cenfac., 1986.

FONTANAZZA, G. «Presentiamo la cultivar 'I-77'». *Terra e Vita*, 1987.

FONTANAZZA, G. Olivo. *Riconversione produttiva e nuovi prodotti per lo sviluppo dell'agricoltura italiana*, vol.II, Lestaat, Roma, 1987.

FONTANAZZA, G.; BALDONI, L. «Innovazioni tecnologiche in olivicoltura. Olivicoltura, innovazione tecnologiche e valutazione dei risultati economici in alcune realtà aziendali». Arch. dei corsi di formazione, FORMEZ, Nápoles, 1989.

FONTANAZZA, G.; BALDONI, L. «Proposta per un programma di miglioramento genetico dell'olivo» *Olivae*, 34, diciembre, 1990.

FONTANAZZA, G. «Forme di allevamento e potatura». *Uliveto Italia*, 12, 1991.

FONTANAZZA, G.; BALDONI, L.; CORONA, C. «Osservazioni sull'impiego di portinnesti clonali negli olivi 'Ascolana Tenera' e 'Giarraffa'». *Riv. di Frutticoltura*, 11, 1992.

FONTANAZZA, G. *Olivicoltura intensiva meccanizzata*. Edagricole, Bolonia, 1993.

FONTANAZZA, G.; BALDONI, L.«Preliminary observation on the application of mechanical pruning in a medium intensive olive grove». *Olea* (in litteris).

FONTANAZZA, G.; BALDONI, L.; PATUMI, M.; CORONA, C. «New selection cv FS-17. Agronomic behaviour and fruit lipidic composition». *Olea* (in litteris).

FONTANAZZA, G.; CAPPELLETTI, M. «Evoluzione nei sistemi di coltivazione dell'olivo: dagli oliveti intensivi meccanizzati agli impianti fitti». *Olivae* (in litteris).

FREZZOTTI, G. Studio biometrico sulle olive di differenti varietà e provenienze. Le varietà di olivo coltivate in Italia, REDA, Roma, 1937.

GARCÍA, A.; FERREIRA, J.; FRIAS, L.; FERNÁNDEZ, A. «Fertilidad de las variedades de olivo españolas». Sem. Oleic. Int., Córdoba, 6-17 oct. 1975.

GUERRIERO, R.; SCARAMUZZI, F.; CRESCIMANNO, F. G.; Sottile, I., «Ricerche comparative fra olivi innestati ed autoradicati. Osservazioni nei primi anni di impianto». *Tecnica Agraria*, 4, 1972.

HARTMANN, H. T.; WHISLER, J. H. «Some rootstock and interstock influences in the olive (*Olea europaea* L.) cv 'Sevillano'». *J.Am. Soc. Hort. Sci.*, 95, 1970.

HARTMANN, H. T.; SCHNATHORST, W. C.; WHISLER, J. E. «Oblonga, a clonal olive rootstock resistant to Verticillium wild». *California Agricolture*, junio, 1971.

HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E. *Plant propagation*. Prentice Hall Inc., Englewood N.Y., 1983.

HUMANES, G. M. J.; HERRUSO SOTOMAJOR, B.; PORRAS PIEDRA, «Recolección de aceitunas». *Olea*, junio, 1980.

HUMANES, G. M. J.; PASTOR MUNOR, M. «La taille mécanique de l'olivier». Sem. Int sur la Culture Intensive de l'Olivier, Marrakech, 1981.

JACOBONI, N. «Forme di allevamento dell'olivo». Atti del I Convegno Nazionale dell'Olivo, Spoleto, 1962.

JACOBONI, N.; BATTAGLINI, M. «Studi e ricerche sistematiche sulle minori entità tassonomiche di *Olea europaea* L., costituenti la popolazione olivicola umbra», I nota: provincia di Perugia Camera di Commercio, Industria ed Agricoltura, quaderno n. 14, Perugia, 1962.

JACOBONI, N.; BATTAGLINI, M.; PREZIOSI, P. *Propagation of olive trees. Modern olive-growing*, FAO, Roma, 1977.

JACOBONI, N.; FONTANAZZA, G. «Cultivar. Frutticoltura anni'80». *L'olivo*, REDA, 1981.

JACOBONI, N.; TOMBESI, A. «La potatura. Frutticoltura '80». *L'olivo*, REDA, 1981.

LAVEE, S. «'Kadesh' table olive». *Hort. Science*, XIII, 1, 1978.

LAVEE, S.; HASKAL, A.; WODNER, M. «'Barnea': a new olive cultivar from first breeding generation» *Olea*, 17, 1986.

LAVEE, S. «Aims, methods and advances in breeding of new olive (*Olea europaea* L.) cultivars». Int. Symp. on Olive Growing, Córdoba, 26-29 sept., 1989.

LOUSSERT, R.; BROUSSE, G. «L'olivier» G.P. Maisoheuve & Larose, 1978.

MARINUCCI, M. «Schema di classificazione delle razze di olivo coltivate nell'Italia meridionale». *L'olivicoltore*, 24, 1932.

MENCUCCIONI, M.; MERIOTTI, D.; RUGINI, E. «Rigenerazione dell'olivo (*Olea europaea* L.) da tessuto somatico della cv 'Moraiolo' e prime esperienze di transformazione genetica» Atti del XXXV Conv. Annuale di Generica Agraria, Pisa, 25-26 sept. 1991.

MILELLA, A. «Contributo allo studio delle cultivar sarde di olivo, I - Indagini condotte in provincia di sassaresi». Annali della Facoltà di Agraria di Sassari, vol.IX, 1961.

MILELLA, A. «Résultats préliminaires sur la taille mécanique de l'Olivier». Informations Oléicoles Internationales, ago.-sept. 1971.

MORETTINI, A.; MASSACCESI, M. «Il 'Leccio del Corno'». L'Ital. Agric., 5, 1952.

MORETTINI, A. «Selezione clonale del 'Moraiolo' e del 'Frantoio'». *L'Italia Agricola*, 1, 1961.

MORETTINI, A. *Le olive da tavola*, REDA, Roma, 1971.

MORETTINI, A. *Olivicoltura*, REDA, 1972.

MUSI, L. *La potatura degli olivi Stab.* Tip. NAVA, Siena, 1909.

NATALI, S.; XILOYANNIS, C.; ANGELINI, P. «Water comsumptive use of olive trees and effect of water stress on leaf water potential and diffuse resistance» *Acta Hort.*, 171, 1985.

PANELLI, G.; FAMIANI, F.; RUGINI, E.; BIGNAMI, C.; NATALIM, S.; MANNINO, P. «Preliminary characterization of olive somatic mutants from gamma ray irradiated 'Frantoio' and 'Leccino' plantlets». Int. Symp. on Olive Growing, Córdoba, 26-29 sept. 1989.

PASTOR MUÑOZ, C. «La moderna olivicultura del verdeo». *Agricoltura*, 2, 1984.

PASTOR MUÑOZ, C. «Sistema de manejo del suelo en olivar: cultivo sin laboreo. Estado actual». Monografía n.7, DGIEA, Junta de Andalucía, Sevilla, 1987.

PETRUCCIOLI G., FILIPPUCCI B. «Impiego della mutagenesi per l'ottenimento di forme nanizzate per l'olivo». Atti delle Giornate di Studio sull'Uso di Tecniche Nucleari per il Miglioramento e la Difesa dei Fruttiferi, vol. I, 95, Cassaccia, 8-10 aprile 1976.

PETRUCCIOLI, R. «Metodi di identificazione varietale e clonale, Convegno sulle Nuove Prospettive nel Vivaismo Olivicolo». *Floricoltura Pesciatina*, 10, 1990.

RALLO ROMERO, L.; CIDRAES, F. «Mejora vegetal del olivo». Actas del II Seminario Oleicola International, Córdoba, 6-17 octubre 1975.

ROMITI, R. *Rinnovamento dell'olivicoltura colpita dal freddo: aspetti economici. L'olivo dopo la gelata*, ISEA, 1986.

ROMITI, R. *Risultati economici previsti per l'olivicoltura intensiva*, Ed. Progetto, 1989.

ROMITI, R. *Risultati economici stimati per l'olivicoltura tradizionale. Studio sulla Olivicoltura nella procincia di Pisa*, Ed progetto, 1989.

ROSELLI, G. «Osservazioni sulla scultura dell'esina del polline di alcune specie da frutto. Olivo». *Riv. Ortoflorofrutt. It.*, 61, 1977.

ROSELLI, G.; DOMINI, B. «'Briscola' nuova cultivar di olivo a sviluppo compatto». *Riv. Ortoflorofrutt. It.*, 66, 1982.

ROSELLI, G. «Miglioramento genetico dell'olivo, Atti del Convegno Nuove Prospettive nel Vivaismo Olivicolo», *Floricoltura Pesciatina*, 10, 1990.

SAVASTANO, G., «Identificazione delle varietà di olivo. Primo contributo sull'endocarpo». Annali della Stazione Sperimentale di Olivicoltura, Pescara, 1939.

SCARAMUZZI, F.; CANCELLIERI, M. B. «Contributo allo studio delle razze di olivo coltivate in Toscana, II. Indagini condotte in provincia di Livorno e nella media valle del Cecina». Annali della sperimentazione agraria, 1954.

SCARAMUZZI, F. *La propagazione. Olive da tavola*. Edagricole, 1963.

SCARAMUZZI, F. «Nuove forme di allevamento dell'olivo in Italia». *Frutticoltura*, 3, 1968.

SCARAMUZZI, F. «Oléiculture intensive». *Manuel d'Oléiculture*, FAO, 1976.

SCARAMUZZI, F.; ROSELLI, G. «Olive genetic improvement», *Olea*, 17, 1987.

SUN ZUI, J.; HUANG, S. Z.; LIU, K. X.; LU, C. H. *Breeding of olive trees for freezeing resistance. Olive Acclimatation and Breeding*, Ed. He Shaman and Gu Ying, 1984.

TAZZARI, L. «Tecniche di allevamento delle piante madri, Convegno sulle Nuove Prospettive nel Vivaismo Olivicolo». *Floricoltura Pesciatina*, 10, 1990.

TOMBESI, A.; CARTECHINI, A.; PREZIOSI, P. «L'infertilità tra le cultivar di olivo 'Frantoio', 'Leccino', 'Maurino' e 'Moraiolo'». Annali della Facoltà di Agraria di Perugia, vol, XXXVI, 1982.

TRONCOSO, A.; LINAN, J.; PRIETO, J.; CANTOS, M. «Influence of different olive rootstocks on growth and production of 'Gordal' and 'Sevillana'». Int. Symp. on olive Growing, Córdoba, 26-29 sept. 1989.

TRUJILLO, I.; RALLO, L.; CARBONELL, E. A.; ASINS, M. J. «Isoenzymatic variability of olive cultivars according to their origin». Int. Symp. on Olive Growing, Córdoba, 26-29 sept. 1989.

VITAGLIANO, C.; VITI, R.; SCALABRELLI, G. «Osservazioni quinquennali su alcuni interventi di ristrutturazione dell'olivo per aumentare l'efficienza della raccolta meccanica». *Riv. Ortoflorofrutt. It.*, 67, 1983.

VITI, R.; MORINI, S.; VITAGLIANO, C. «Conveniente anche in Maremma la raccolte meccanica delle olive». *L'informatore Agrario*, 36, 1982.

WILHELM, S.; TAYLOR, J. B. «Control of Verticillium wild of olive through natural recoveryand resistance» *Phytopathol.*, 55, 1965.

ZITO, F. «L'essame biometrico del nocciolo delle olive come base complementare di classificazione delle varietà». *L'olivicoltore*, 32, 1934.

Capítulo 4

TÉCNICAS DE PRODUCCIÓN

Coordinación:
Dr. Luis Civantos López-Villalta
Doctor Ingeniero Agrónomo
Director Provincial del Servicio Nacional de Productos Agrarios (SENPA) - Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación
Jaén (España)

Co-redactor:
Dr. Miguel Pastor Muñoz-Cobo
Doctor Ingeniero Agrónomo
Jefe del Departamento de Olivicultura y Arboricultura Frutal
Centro de Investigación y Desarrollo Agrario
Córdoba (España)

Colaboradores:
Sr. Alloum Djaffeur
El Biar (Argelia)

Prof. Gennaro Giametta
Ordinario di Meccanica e Meccanizzazione Agricola
Direttore
Università Degli Studi di Reggio Calabria
Istituto di Genio Rurale
Reggio Calabria (Italia)

Prof. Nestore Iacoboni
Presidente
Accademia Nazionale dell'Olivo
Spoleto (Italia)

Sr. Taïeb Jardak
Directeur de l'Institut National de l'Olivier
Sfax (Túnez)

Sr. Joël Le Bourdellès
Ingénieur Horticole
En Painpent Plelan le Grand (Francia)

Sr. Raymond Loussert
Expert au Programme National de Recherche sur l'Olivier
INRA
Marrakech (Marruecos)

Prof. Gerorge C. Martin
College of Agricultural and Environmental Sciences
Agricultural Experiment Station
University of California, Davis
Dept. of Pomology
California (Estados Unidos)

Prof. Antonio Rotundo
Dipartimento Di Produzione Vegetale
Facoltà di Agraria
Università degli Studi della Basilicata
Potenza (Italia)

Sra. Milagros Saavedra Saavedra
Dpto. de Protección Vegetal
Consejería General de Investigación y Extensión Agrarias
Junta de Andalucía
Córdoba (España)

Dr. Ahmed Trigui
Maître de recherches
Institut National de l'Olivier
Sfax (Túnez)

TÉCNICAS DE PRODUCCIÓN

LUIS CIVANTOS LÓPEZ-VILLALTA

El olivo es característico de la cuenca del Mediterráneo, y aunque en tiempos relativamente recientes ha pasado a otras regiones alejadas, éstas poseen una cierta similitud climática.

La rusticidad, la longevidad y la plasticidad son tres caracteres definitorios de la especie. Por ello se encuentran árboles milenarios y plantaciones centenarias. El olivo se asienta en todo tipo de tierras; a veces en terrenos poco fértiles, otras en pendientes sometidas al efecto implacable de la erosión, condiciones en las que otros cultivos son incapaces de producir; en ocasiones, en zonas secas, incluso áridas, con precipitaciones escasas y elevada evapotranspiración, causantes de prolongados períodos con déficit hídrico.

La longevidad ha servido para perpetuar situaciones; criterios que en el momento de hacer una plantación pudieron ser acertados se han convertido en trasnochados debido a las nuevas condiciones técnicas, económicas o sociales. Suelos poco fértiles y erosionados también han tenido efectos perniciosos sobre las plantaciones; variedades poco interesantes por sus características o sus producciones continúan en pie. Asimismo, persisten densidades de plantación inadecuadas, y árboles sometidos a podas defectuosas que adquieren tamaños excesivos con producciones fuertemente alternantes, o que, al contrario, ofrecen portes reducidos y aspectos decrépitos.

En las regiones en las que sucede lo expuesto, el olivo tiene más carácter de aprovechamiento que de cultivo, recogiéndose la cosecha sólo los años en que compensa económicamente. Los elevados costos de un olivar con bajas producciones, o la deficiente calidad en el aceite producido, dificultan la competencia con otros cultivos oleaginosos, de ciclo anual y en los que se emplean medios de alta productividad. Aquellas plantaciones que vegetan en suelos adecuados, con una climatología no desfavorable, y que se benefician de prácticas de cultivo bien realizadas, muestran la capacidad del olivo para producir, y ponen de manifiesto que tierras pobres y climas extremos no son los preferidos por el olivo, sino simplemente soportados. Como en cualquier especie frutal, las labores adecuadas, la fertilización, la poda, los controles de plagas y enfermedades, el riego son factores de producción que mejoran los resultados de la explotación oleícola, rentabilizan los mayores gastos y favorecen la calidad de la producción. Sin embargo, las prácticas culturales aplicadas a olivares marginales pueden atenuar los efectos desfavorables pero a un coste que, a veces, resulta excesivo.

La coexistencia de ambas situaciones, olivar marginal y olivar productivo, es motivo de la variabilidad de la olivicultura de unas regiones a otras, incluso con grandes contrastes dentro de la misma zona. En la mayor parte de ellas la producción oleícola es básica como fuente de trabajo y de ingresos para extensas poblaciones, factor social que no hay que olvidar ante cualquier consideración.

Al hacer una nueva plantación, es cuando se pueden aplicar íntegramente las bases de una olivicultura apta para dar mayores beneficios y que permita el empleo de los recursos técnicos disponibles. Es el momento de establecer una estructura productiva adecuada, partiendo de suelo y clima favorables, corrigiendo este último con aportaciones hídricas de ser necesario. La elección de cultivares, de material vegetal, de distancias entre árboles, la formación

de éstos permitirán la mecanización y, en general, la aplicación de medios que aumenten la productividad, que mejoren la calidad de las aceitunas y del aceite, que den cosechas elevadas y que, con todo ello, ofrezcan una producción competitiva con otros aceites vegetales concurrentes en el mercado.
En los apartados que siguen se exponen los criterios básicos de las diferentes técnicas culturales que se pueden aplicar para maximizar los beneficios. La naturaleza de la *Enciclopedia* no hace aconsejable entrar en el detalle, por lo que se ha procurado dejar constancia de referencias bibliográficas, que pueden ser consultadas para una documentación más completa.

CREACIÓN DE NUEVOS OLIVARES

El objetivo de toda plantación es obtener el máximo beneficio, para lo que es necesario crear un sistema productivo que propocione la máxima producción que sea capaz de darnos el medio (suelo/clima, más disponibilidad de agua), con unos mínimos costes de producción, haciendo posible la mecanización de todas las operaciones de cultivo y, en especial, la recolección de las aceitunas. Siempre se debe considerar que la plantación de olivos en zonas con factores limitantes es un error, ya que favorece la creación de olivares marginales.
A continuación se establecen las bases necesarias para diseñar correctamente la plantación: densidad y variedad a emplear, utilización de polinizadores, material vegetal y sistema de poda de formación, remitiendo al lector a los tratados clásicos de olivicultura en aspectos tales como las labores preparatorias anteriores a la plantación, fertilización, manejo de malas hierbas, laboreo, riego y cuidados culturales durante los primeros años.

ELECCIÓN DE VARIEDADES

Las características genéticas de la variedad condicionan la resistencia o la susceptibilidad a condiciones adversas del suelo o el clima, ataques de plagas y enfermedades, la precocidad de entrada en producción, cuantía y calidad de las cosechas, alternancia en la producción, fecha de maduración y aptitud para la recogida mecánica con vibrador.
En plantaciones de cierta extensión no se recomienda una sola variedad. Es más operativo el empleo de, al menos, tres variedades que maduren escalonada-

Panorámica de un olivar intensivo joven, que responde a las exigencias para la óptima mecanización del cultivo. Los olivos son del cv Picual y están en el segundo año de edad. Los tutores ayudan a mantener las plantas erguidas, que fueron formadas en el vivero con un solo tronco.

mente, lo cual racionalizará el manejo del olivar, permitirá programar la recolección de las aceitunas, ampliará el período de empleo de la maquinaria, reducirá los riesgos ocasionados por eventuales accidentes meteorológicos y probablemente regularizará la variación interanual de las cosechas.

Debe procurarse una entrada en producción precoz y con cosechas abundantes. Sin embargo, no todas las variedades cumplen este requisito. Los cv Picual, Arbequina, Manzanilla y Koroneiky han destacado en este aspecto en Andalucía.

La variedad tiene un peso específico importantísimo en el tipo y la calidad de los aceites (Uceda y Hermoso, 1994), debiendo considerarse el tipo de aceite a producir en función del mercado al que presumiblemente se destina.

Para el éxito de la plantación hay que tener en cuenta, conjuntamente, el vigor previsible de la variedad y el marco de plantación, y no deben adoptarse altas densidades cuando se empleen cultivares de comportamiento excesivamente vigoroso.

Aunque no debe plantarse el olivar cuando las condiciones del medio sean limitantes, se recomiendan variedades que, además de ser productivas, tengan un buen comportamiento ante las condiciones adversas del suelo. Cordeiro y col. (1994) señalan como tolerantes a caliza cultivares tales como Picudo, Cobrançosa, Galego, Lechín de Sevilla, Lechín de Granada y Hojiblanca, mientras que Picual, Arbequina, Lechín de Sevilla, Cañivano y Nevadillo muestran tolerancia a la salinidad bajo condiciones controladas (Benlloch y col., 1994).

Igualmente es interesante tener en cuenta la resistencia al frío cuando la climatología haga prever este riesgo. En observaciones realizadas en Perugia por Fontanazza y Preziosi tras las heladas de febrero de 1967, los cultivares Carboncella, Casaliva, Cellina, Coratina, Leccio del Corno, Moraiolo, Passalunara, Ascolana, Carmelitana, Itrana y Verdale mostraron una alta resistencia a las bajas temperaturas. Es igualmente interesante contemplar la susceptibilidad a determinados problemas fitosanitarios, como *Verticillium dahliae*, al que Arbequina parece tolerante, mientras que Picual es muy sensible; o *Cycloconium oleaginum*, ante el que Lechín de Sevilla es tolerante, mientras que Picholin Marocain, Meski, Picual, Hojiblanca, Gordal y Manzanilla, entre otras variedades, muestran una gran sensibilidad.

Para la adaptación a condiciones especiales, otra posibilidad es la utilización de portainjertos, ya que éstos pueden modificar el vigor de la variedad (Fonta-

Olivar con riego por goteo a marco 8 x 4 m del cv Picual. Olivos de un tronco formado a partir de una estaca de madera gruesa, forma típica de multiplicación del olivo en Andalucía.

nazza y col., 1992), las condiciones de resistencia a la salinidad (Civantos, 1994), la sensibilidad a parásitos (Rallo y Cidraes, 1975), la tolerancia a *Verticillium dahliae* (Hartmann y col., 1971) o la resistencia a las heladas (Charlet, 1975, citado por Loussert y Brousse, 1980).

EMPLEO DE POLINIZADORES

En olivicultura pueden plantearse problemas de baja productividad cuando se realizan plantaciones empleando cultivares no totalmente autocompatibles o incompatibles, con ausencia de polinizadores (Chaux, 1959; Lavee y Datt, 1978). En España no suelen emplearse los polinizadores, existiendo grandes masas monovarietales muy productivas (provincia de Jaén, sur de la provincia de Córdoba), lo que contrasta con la información de otros países en los que se aconseja el empleo de polinizadores. Diversos autores han puesto de manifiesto que algunos cultivares se benefician con la polinización cruzada (Morettini, 1972; Griggs y col., 1975; Fernández Escobar y Gómez Valledor, 1985; Baratta y col., 1986; Baldini, 1992), aunque para una misma variedad se han observado diferencias de comportamiento en distintas zonas, así como en diferentes años (Cuevas, 1992).

El escaso interés por los polinizadores en España puede deberse al hecho de que muchas de las variedades españolas son consideradas autocompatibles (Riera, 1950; Fernández Bolaños y Frías, 1969; García y col., 1975), y porque siempre existe un cierto porcentaje de árboles intercalados aleatoriamente y de forma accidental, que probablemente pueden aportar el polen suficiente como para asegurar una adecuada producción. Fernández Escobar y Rallo (1981) no encontraron diferencias en el cuajado de frutos de seis variedades andaluzas al aplicar polen de otra variedad. Sin embargo, Suárez y col. (1984) observaron en el cv Manzanilla incrementos en el cuajado de frutos gracias a la polinización cruzada, lo que no ocurrió con Arbequina.

En los años en los que la polinización se realiza con altas temperaturas puede observarse un alto índice de esterilidad en plantaciones monovarietales (Baldini, 1992), lo que puede corregirse empleando polinizadores. La polinización cruzada es imprescindible en las variedades que presentan anomalías en sus órganos reproductivos. Según Griggs y col. (1975) y Fernández Escobar y Gómez Valledor (1985), la polinización cruzada reduce el porcentaje de frutos partenocárpicos.

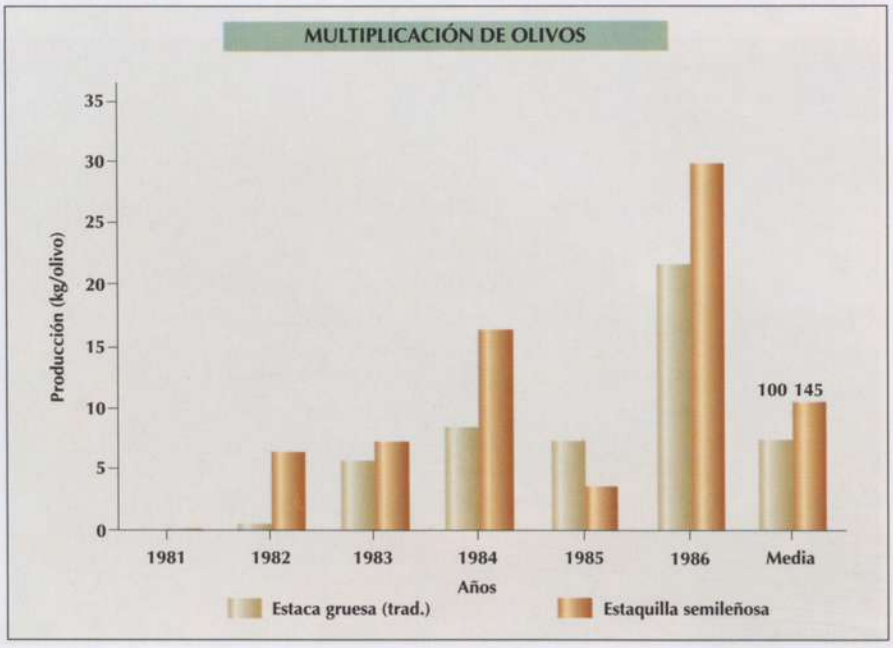


FIGURA 1. Los olivos multiplicados a partir de estaquillas semileñosas autoenraizadas entraron en producción más precozmente y tuvieron mayores cosechas durante los primeros años que los árboles procedentes de estacas de madera gruesa, forma tradicional de multiplicación en Andalucía. Los datos corresponden a una plantación realizada en 1979 empleando 312 olivos por hectárea (ol/ha), cv Picual en la finca Las Morras en Montalbán (Córdoba).

A la hora de diseñar una plantación, en muchos casos es conveniente asociar dos o tres variedades interfértiles y de floración concordante, incluyendo como polinizadores un 10 %, aconsejándose distancias mínimas de 30 m entre la variedad productora y el polinizador (Sibbett y col., 1990).

MATERIAL VEGETAL DE PLANTACIÓN

El material vegetal empleado tiene una gran importancia, ya que afecta a la precocidad de entrada en producción, a la sanidad futura de la propia plantación y a la formación de los árboles. En la figura 1 aparece un ejemplo en el que el tipo de planta empleado afectó las producciones del olivar durante las cinco primeras cosechas. Las plantas multiplicadas en vivero a partir de estaquillas semileñosas autoenraizadas bajo niebla adelantan un año su entrada en producción con respecto a las plantas obtenidas por estacas de madera gruesa autoenraizadas en vivero, sistema tradicional en muchas regiones olivareras.

Los olivos deben formarse en vivero con un único tronco, cuidando de que no existan ramificaciones bajas para facilitar la formación de la plantación en el terreno de asiento.

DENSIDAD Y MARCO DE PLANTACIÓN

Cuando las disponibilidades de agua y nutrientes son suficientes, la luz puede ser el factor que limite las producciones y la calidad de las mismas. Es necesario disponer de la máxima superficie foliar correctamente iluminada, lo que permite interceptar la mayor cantidad posible de radiación: Esto puede conseguirse a través de: una adecuada densidad de plantación, una correcta ubicación de las plantas en el terreno y una adecuada poda de formación y fructificación.

En la olivicultura tradicional es normal el empleo de marcos amplios de plantación, con densidades casi siempre inferiores a 100 olivos por hectárea (ol/ha). Mientras que en zonas extremadamente áridas se emplean densidades muy bajas (en Sfax con pluviometrías inferiores a 200 mm/año el marco es de 24 x 24 m), en zonas lluviosas o de regadío es frecuente el uso tradicional de altas densidades como en el caso de Sierra de Gata-Las Hurdes (España), en donde con una pluviometría media superior a los 700 mm las densidades de plantación superan los 300 ol/ha.

Scaramuzzi (1967) y Morettini (1967) plantearon la necesidad de emplear mayores densidades de plantación de las habituales, como medio de aumentar la producción del olivar. Pero surge la duda sobre cuál debe ser la densidad recomendable para cada medio productivo. Son escasos los trabajos publicados sobre densidades de plantación, pero casi siempre muestran lo problemático de las densidades excesivamente altas (Psyllakis y col., 1981; Villemur citado por Tombesi, 1988; Klein, 1993).

Densidades de plantación en secano

Se considera de interés exponer los resultados de tres ensayos de larga duración (diecisiete años), llevados a cabo en Andalucía sobre densidades en plantaciones para aceituna de almazara, y condiciones de secano, con pluviometría media anual de 500 mm (Pastor y Humanes, 1991), en los que se compararon densidades comprendidas entre 100 y 400 ol/ha. La producción media (figura 2) tendió a crecer cuando se aumentó la densidad de plantación, aunque en uno de los ensayos en la densidad 400 ol/ha se observó una cierta pérdida de producción. No se apreciaron diferencias significativas en el rendimiento graso ni en el tamaño del fruto producido.

En las cuatro últimas cosechas (figura 3) se acusa un descenso de producción en la densidad de 400 ol/ha, mientras que para el intervalo 100-312 olivos la producción aumenta con la densidad.

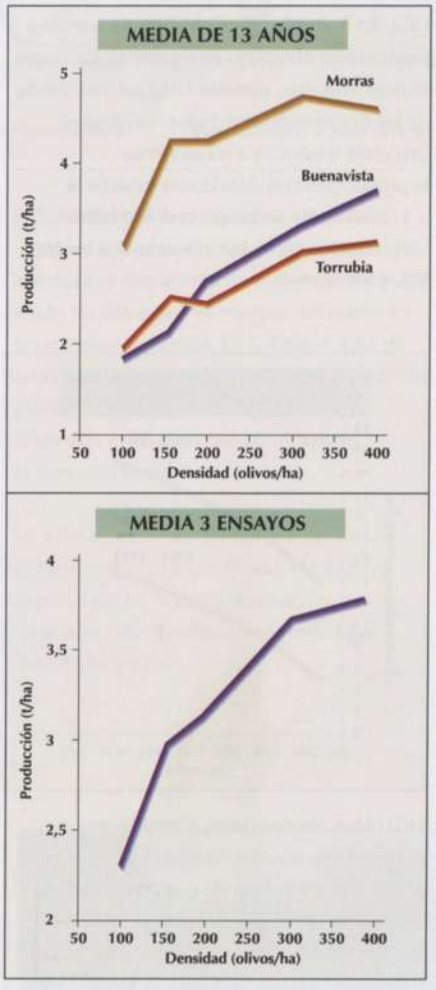


FIGURA 2. Producciones medias de aceitunas por hectárea obtenidas en secano en el conjunto de los trece años de duración del ensayo, período 1978 a 1990, en cada una de las tres fincas estudiadas. Abajo, producción media de los tres ensayos. Se observa una tendencia a aumentar la producción al aumentar la densidad de plantación, aunque a partir de 300 ol/ha los aumentos de producción fueron menores.

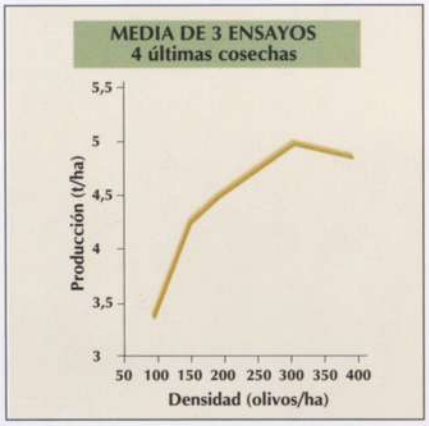


FIGURA 3. Producciones medias de aceitunas por hectárea obtenidas en secano en las cuatro últimas cosechas, período 1987 a 1990, media de los tres ensayos realizados. Se observa una clara tendencia a no aumentar la producción con densidades superiores a 312 ol/ha. Sin embargo, con 400 ol/ha las producciones fueron mayores que en 200, 156 y 100 ol/ha.

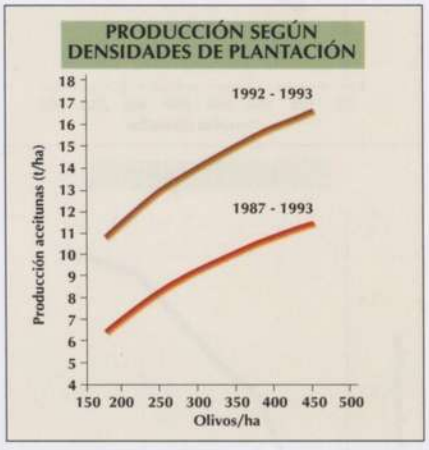


FIGURA 4. Producciones obtenidas en un ensayo de densidades de plantación realizado en Córdoba en olivar de riego de la variedad Arbequina, plantado en 1984, en el que se utilizaron densidades comprendidas entre 200 y 450 ol/ha. Hasta el momento, tanto la producción media (1987-1993) como la media de los dos últimos años (1992-1993) han aumentado al hacerlo la densidad de plantación, por lo que en riego, si se vigila el desarrollo de los árboles, podrían emplearse mayores densidades de plantación que en secano.

Para densidades de 312 y 400 olivos por hectárea, se han experimentado marcos en cuadrado (5,66 x 5,66 m y 5 x 5 m) y marcos rectangulares (8 x 4 m y 7 x 3,5 m). En 400 ol/ha el marco rectangular proporciona mayor producción que el marco cuadrado, lo que sugiere un mejor aprovechamiento de la radiación cuando se emplean marcos rectangulares en el caso de altas densidades de plantación.

Se deduce que en secano pueden plantarse densidades superiores a las de la olivicultura tradicional, siempre que se respete el volumen de copa óptimo productivo. En estas condiciones el empleo de mayor número de árboles, pero de menor tamaño, trae consigo un aumento de la superficie de fructificación, y por tanto de la producción. En condiciones similares a las del ensayo se recomienda una densidad comprendida entre 200 y 240 olivos de un solo tronco por hectárea, equivalente a 70-80 ol/ha de tres troncos, tradicionales en olivares andaluces. Un espacio entre líneas de olivos de 7–8 m facilita la mecanización. En situaciones diferentes a las ensayadas, en especial en zonas áridas, debería efectuarse un trabajo de experimentación similar, que permita extraer consecuencias.

La posibilidad de empleo de portainjertos clonales para reducir el vigor de las variedades injertadas (Fontanazza y col., 1992) y el empleo de variedades de porte erguido y de crecimiento compacto (Lavee y col., 1986), puede modificar las anteriores recomendaciones.

Densidades de plantación en riego

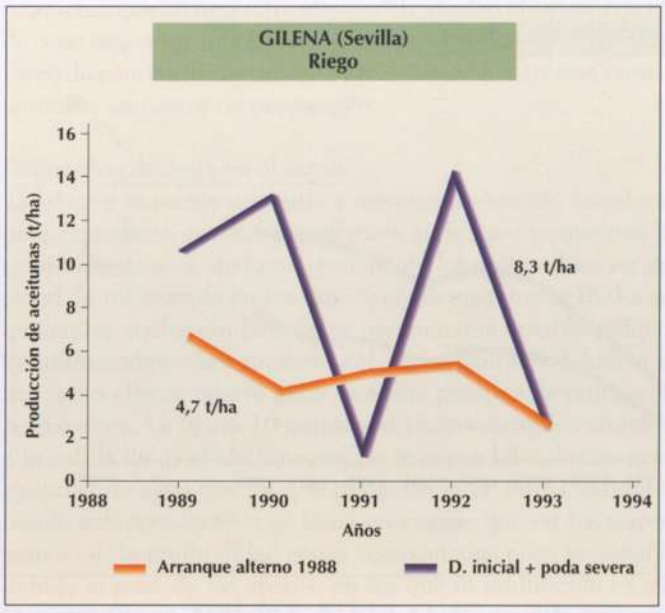
En otro ensayo sobre densidades de plantación en riego por goteo, realizado en Córdoba, se estudian densidades comprendidas entre 200 y 450 ol/ha. La producción media de aceitunas de las siete primeras cosechas (figura 4) aumenta con la densidad, obteniéndose rendimientos comprendidos entre 6 y 12 t/ha. En las dos últimas cosechas observadas las producciones son igualmente mayores en las densidades más altas y están comprendidas entre 11 y 17 t/ha, no habiéndose apreciado diferencias en el contenido en aceite ni en el tamaño medio de los frutos.

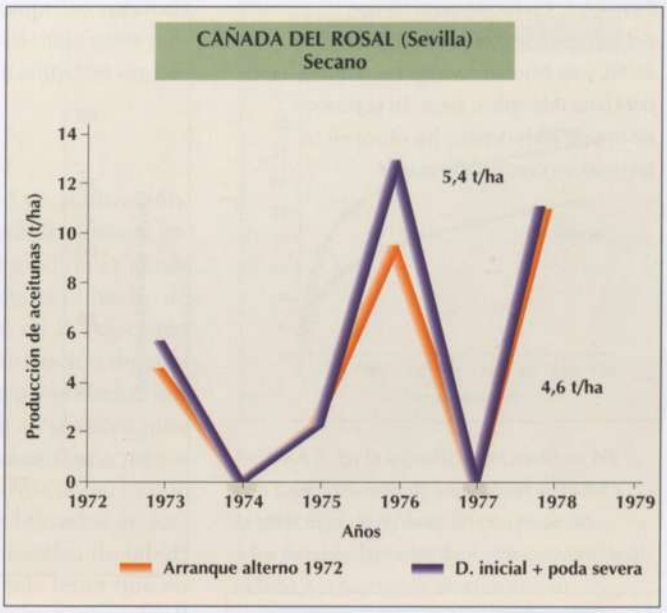
En las densidades más elevadas, transcurrido cierto número de años, cuando se supera el volumen óptimo productivo se plantean problemas de competencia por la luz, debido al excesivo desarrollo de los olivos. En el ensayo comentado, esto sucedió a los once años de la plantación, observándose defoliaciones intensas en las zonas mal iluminadas, descenso de la producción, frutos pequeños, retraso en su maduración y problemas fitosanitarios (*Cycloconium oleaginum*, fundamentalmente), aunque las producciones mayores siguen correspondiendo a las densidades de plantación más elevadas.

En regadío sin limitaciones de agua puede recomendarse 300 ol/ha, aunque a corto plazo, con 400–450 ol/ha las producciones suelen ser mucho más altas. Es muy conveniente emplear una calle de 8 m, orientada en dirección norte-sur. En condiciones de riego, diversos autores (Psyllakis y col., 1981; Klein, 1993) también han comprobado que densidades superiores a las anteriormente mencionadas no mejoran la producción y dificultan enormemente el manejo de la plantación.

Reducción de la densidad inicial en las plantaciones intensivas de alta densidad

En el diseño de la plantación cabe la posibilidad de emplear una alta densidad, para, posteriormente, reducirla a la mitad, arrancando árboles alternos, cuando se estime que las producciones obtenidas han amortizado el coste de la plantación (Fontanazza, 1984), lo que en Italia se denomina marco dinámico de plantación, aunque existen opiniones contrarias a la aplicación de esta técnica (Tombesi, 1988).





La viabilidad de esta práctica ha sido objeto de experimentación. En las figuras 5 y 6, se representan los resultados de dos ensayos, que muestran el dudoso éxito de esta técnica, sobre todo en el olivar de riego, ya que, durante los cuatro años de duración del ensayo, se ha perdido una producción media de aceituna de 3 t/ha y año después de reducir a la mitad la densidad inicial. Podas severas de reconversión de los árboles parecen ser más interesantes.

FIGURA 5 (izquierda). La reducción de la densidad inicial a la mitad en una plantación intensiva es una acción de dudosa rentabilidad según los datos de dos ensayos realizados en la provincia de Sevilla. En Gilena se trata de un olivar de riego por goteo del cv Manzanilla plantada al marco 9 x 3,5 m, en el que la pérdida media de cosecha al reducir la densidad fue de 3,6 t/ha y año.

FIGURA 6 (derecha). En Cañada del Rosal, olivar de secano del cv Picual, plantado al marco 8 x 4 m, la pérdida anual de producción al reducir la densidad fue de 0,8 t/ha y año.

PODA DE FORMACIÓN DE LAS PLANTACIONES INTENSIVAS

Los olivos deben formarse con un único tronco, empleando plantas preparadas en el vivero para que dos o tres ramas principales se inserten a una altura de un metro sobre el terreno y se facilite así la mecanización integral del cultivo. Estas ramas principales con sucesivas bifurcaciones constituirán un vaso libre, y las intervenciones de poda serán ligeras durante los primeros años. En el apartado Poda de formación del olivo (pág. 175) se da una información mucho más amplia sobre este aspecto de la plantación.

SISTEMAS DE MANEJO DEL SUELO

CONSIDERACIONES SOBRE LAS TÉCNICAS DE MANEJO DEL SUELO

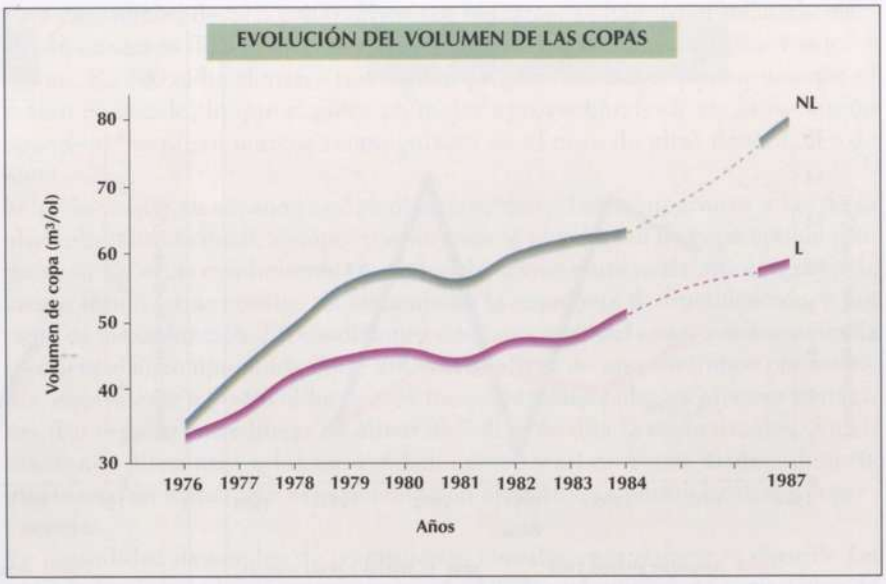
Con la información disponible, puede decirse que posiblemente el laboreo tradicional no es el sistema idóneo para el cultivo del olivo. Para recomendar un determinado sistema es preciso realizar un estudio previo sobre las características del suelo y el clima de la zona afectada. Quizá el método más idóneo de cultivo sea una combinación de varios sistemas, e incluso diferentes sistemas para distintas parcelas de una misma explotación, tomando de ellos las ventajas más relevantes y tratando de dejar a un lado la mayoría de los inconvenientes.

Un sistema de cultivo adecuado debe cumplir, en principio, las exigencias siguientes: a) optimizar el aprovechamiento del agua de lluvia, principal factor limitante de la producción del olivar; b) permitir la máxima explotación del suelo; c) conservar el suelo, defendiéndolo de la erosión, y d) facilitar la realización de las distintas operaciones de cultivo, en especial la recolección.

En la mayoría de las zonas olivareras mediterráneas la lluvia es el único aporte de agua para el olivar. La distribución anual de la pluviometría es marcadamente estacional, con un período totalmente seco (julio-septiembre), y un período de

La erosión es uno de los problemas más graves de la agricultura mediterránea. Se pueden apreciar cárcavas ocasionadas por una tormenta en un olivar labrado. Los sistemas de no laboreo (NL) reducen las pérdidas de suelo por erosión.

FIGURA 7. Evolución en el tiempo del volumen de copa de olivos cultivados en NL y en laboreo convencional. Finca Venta del Llano (Mengibar, Jaén). En el período de tiempo considerado, los olivos en NL tuvieron un crecimiento mayor.



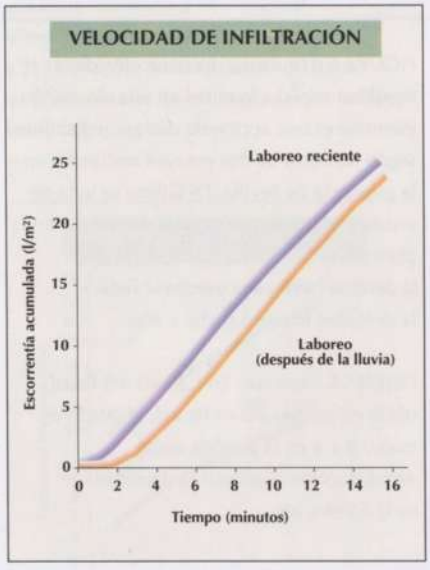


FIGURA 8. Un aguacero de cierta intensidad reduce la velocidad de infiltración del agua en el suelo en los siguientes episodios de lluvia, si una nueva labor no rompe la costra superficial formada en la superficie del terreno como consecuencia del impacto de las gotas de agua. En el gráfico observamos cómo los volumenes de escorrentía generados por una tormenta fueron menores en un suelo labrado recientemente, en especial durante los cuatro primeros minutos de lluvia, antes de la alteración de la superficie del terreno en el transcurso de la tormenta. El ensayo se realizó en campo utilizando un simulador de lluvia, que permitió aplicar una pluviometría de 85 mm/h de intensidad durante quince minutos. Finca La Mina (Cabra, Córdoba).

lluvias, otoño-invierno, en el que se produce casi el 75 % de la pluviometría total anual. Durante la primavera y el verano los olivos cubren buena parte de sus necesidades de agua a costa de las reservas hídricas del suelo, siendo importante almacenar la mayor cantidad de agua en el terreno, reduciendo las pérdidas por evaporación o las extracciones por las malas hierbas.

EL SISTEMA TRADICIONAL DE CULTIVO

El laboreo es el sistema de cultivo más utilizado en olivicultura; y tiene como objetivo aumentar las disponibilidades de agua. Son diversos los aperos de labranza empleados. De todos ellos el de uso más frecuente es el cultivador de brazos flexibles, con el que se realizan las labores de invierno y primavera, a fin de preparar el suelo para infiltrar agua y eliminar las malas hierbas de pequeño desarrollo, labor cuya profundidad no suele superar los 15-20 cm. La grada de discos se emplea en primavera para eliminar las malas hierbas de gran desarrollo, y su profundidad de labor varía entre 15 y 25 cm. Finalmente, en verano, con la superficie del suelo totalmente seca, se realizan frecuentes labores muy superficiales empleando gradas de púas o rastras, cuya misión es pulverizar el suelo y tapar las grietas, con lo que se trata de evitar la evaporación del agua. Los cuidados culturales finalizan con la preparación del terreno para la recolección de la aceituna, para lo cual se utiliza un rulo compactador liso, siendo frecuente el empleo de un herbicida residual bajo la copa de los olivos, para mantener el suelo libre de malas hierbas durante el período de recolección.
En el conjunto de operaciones de manejo del suelo y para una explotación media suelen emplearse entre 8 y 12 horas de tractor de 70 CV por hectárea.

LOS SISTEMAS DE CULTIVO Y LAS DISPONIBILIDADES DE AGUA

Los sistemas de cultivo tienen una influencia importante sobre el balance de agua en el suelo, estableciéndose marcadas diferencias en las disponibilidades globales para la planta. No basta con lograr una alta infiltración, sino que reducir las pérdidas del agua ya infiltrada debe ser igualmente uno de los objetivos perseguidos.
Un buen reflejo de las disponibilidades globales de agua en el suelo es el crecimiento vegetativo del cultivo medido en unas condiciones en las que la falta de humedad es el principal factor limitante. En estas condiciones, es frecuente en diversos cultivos leñosos obtener respuestas mejores en no laboreo (NL) que en suelo labrado (Gras y Trocme, 1977; Pastor, 1990; Zaragoza, 1990). En la figura 7

se aprecia que olivos cultivados en NL pueden alcanzar con el tiempo un volumen de copa mayor que los labrados de forma convencional, lo que evidencia unas mayores disponibilidades de agua en el suelo, que en este caso se tradujeron en importantes aumentos de producción.

Infiltración de agua en el suelo

El laboreo aumenta aparente y momentáneamente la velocidad de infiltración, pero este efecto es poco duradero en el tiempo, ya que una lluvia de relativa intensidad sobre un suelo recientemente labrado reduce en gran medida la capacidad de infiltración en las lluvias siguientes (figura 8). Es conocido el hecho de que en los suelos sin laboreo se produce una notable reducción de la velocidad de infiltración en la superficie del suelo (figura 9) debido a la formación de costras, pero ello no quiere decir que esta práctica de cultivo haga a los suelos impermeables. La figura 10 muestra diversos ejemplos en los que se observa que, a la salida del período lluvioso, los terrenos labrados no acumularon una mayor cantidad de agua que los que permanecieron en NL durante varios años, lo que puede comprenderse si se tiene en cuenta que en los terrenos labrados se forman a cierta profundidad zonas compactadas poco permeables (suelas de labor) debido al paso de los aperos, en las que la infiltración es aún más lenta que en la costra (figura 11), y que en NL no todas las lluvias son de gran intensidad como para producir escorrentía, y una vez mojada la costra aumenta considerablemente la velocidad de infiltración (Pastor, 1989).

Una sola labor anual superficial (menos de 5 cm) puede ser suficiente en NL para aumentar la infiltración hasta niveles similares a los obtenidos con el laboreo tradicional (Pastor, 1989).

Un modo eficaz de mejorar la infiltración puede ser el empleo de cubiertas vegetales vivas sobre el suelo, que deben ser segadas a principios de primavera para evitar la competencia por el agua con el cultivo. La figura 12 muestra que una cubierta viva de cereal ha aumentado la cantidad total de agua infiltrada durante la estación lluviosa.

Evaporación de agua desde el suelo

Se ha atribuido tradicionalmente al laboreo un importante papel en la conservación del agua infiltrada en el suelo, afirmándose que la reducción de la evaporación se debe a la rotura de la capilaridad como consecuencia de las labores.

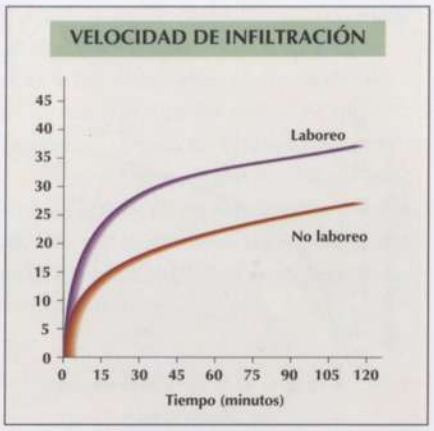


FIGURA 9. En la superficie del suelo en NL con suelo desnudo de vegetación se reduce la velocidad de infiltración con respecto a los terrenos labrados de forma convencional, debido a la formación de costra en su superficie. En la figura presentamos las curvas de infiltración correspondientes a un suelo de textura franco-arcillosa en Santaella (Córdoba).

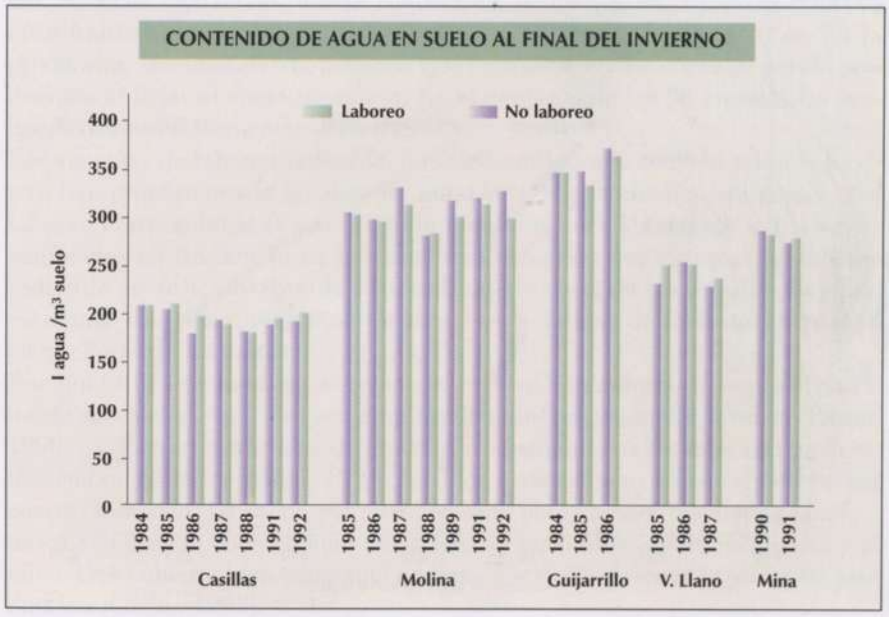


FIGURA 10. En las zonas mediterráneas casi un 75 % de la pluviometría total anual se produce en el periodo otoño-invierno, utilizandò el olivo el agua almacenada en el suelo durante este período para su consumo durante la estación seca. En la figura se presenta el contenido de agua en el suelo al comienzo de la primavera en cinco ensayos y en diferentes años, en laboreo y NL. A pesar de la reducción de la velocidad de infiltración en NL (FIGURA 12), las disponibilidades de agua en laboreo y NL no fueron muy diferentes.

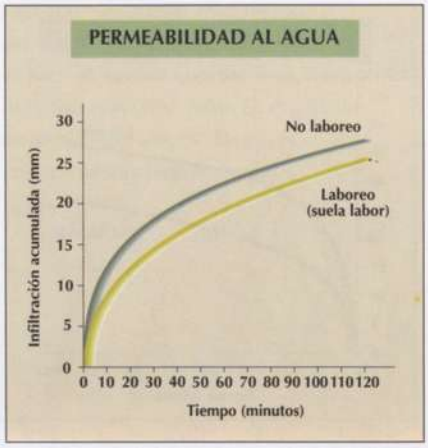


FIGURA 11. Las suelas de labor, zonas compactadas en el perfil del suelo, subyacentes a la capa superficial removida por las labores, son menos permeables al agua de lluvia que la costra superficial presente en los suelos cultivados en NL. Las curvas de infiltración acumulada fueron obtenidas en Santaella (Córdoba) en un suelo de textura franco-arcillosa.

Muchos de los trabajos experimentales realizados en los últimos años no parecen confirmar esta hipótesis. Cuando un suelo tiene el tempero suficiente como para recibir una labor, la mayor parte de las pérdidas de agua debidas a la capilaridad ya se ha producido anteriormente. En la figura 13 se comprueba que una labor de 15 cm de profundidad realizada en el mes de marzo ocasiona mayores pérdidas de agua por evaporación que en el terreno en sistema de NL, observándose diferencias tanto en la capa superficial como en las más profundas. A la presencia de la costra superficial en NL puede atribuirse la reducción de la velocidad de evaporación.

En algunos tipos de suelo existe una marcada tendencia a la formación de grietas cuando se cultivan en régimen de NL, pero también es cierto que estas grietas se forman cuando el agua del suelo ya se ha evaporado, y que en laboreo también se forman estas grietas, por causas idénticas, y taparlas puede tener una dudosa eficacia y un coste adicional.

LA EROSIÓN

La erosión es uno de los principales problemas de la agricultura, hasta el punto de que más de la tercera parte de las zonas agrícolas mediterráneas está afectada por este problema. En olivares de la provincia de Córdoba y en parcelas en pendiente, ha habido pérdidas anuales de suelo comprendidas entre 60 y 105 t/ha y año (Laguna, 1989). El principal factor causante de la erosión en las regiones mediterráneas es el agua, aunque en determinadas zonas y suelos, la erosión eólica es también importante.

En la erosión del suelo por el agua cabe distinguir un doble proceso: desprendimiento o disgregación de las partículas del terreno por el impacto de las gotas de agua de lluvia, y transporte de las partículas por el flujo de escorrentía que, a su vez, arranca nuevas partículas en su descenso por la ladera. Este doble proceso se ve afectado por el sistema de cultivo empleado.

La mayoría de los autores que han estudiado los problemas de la erosión están de acuerdo en que cubrir el suelo con vegetación es el método más eficaz para aminorar la erosión (Phillips y Young, 1979; Blevins, 1986). La cubierta ejerce una función múltiple: reducir el número e intensidad de los impactos de las gotas de agua de lluvia sobre el suelo, aumentar la velocidad de infiltración del agua de lluvia en el terreno y reducir la velocidad del flujo de escorrentía. La figura 14 muestra un terreno con cubierta vegetal en el que prácticamente se ha

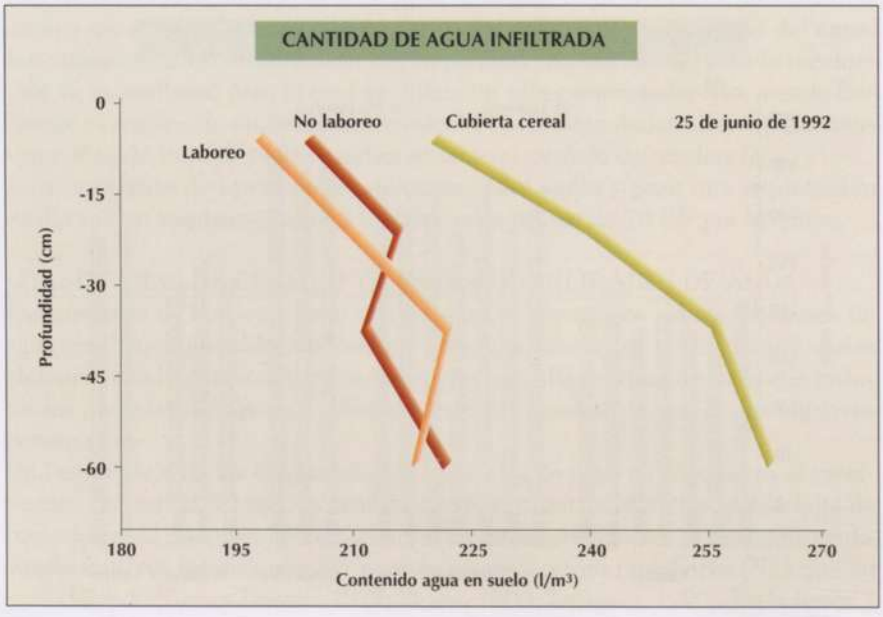


FIGURA 12. El empleo de una cubierta viva de cereal segada químicamente empleando el herbicida glifosato a final del mes de marzo permitió aumentar significativamente la cantidad de agua infiltrada en el suelo durante un período de lluvias de 110 mm, con respecto a los sistemas de laboreo convencional y NL con suelo desnudo. Ensayo realizado en Córdoba en un suelo de textura franco-arcillo-arenosa.

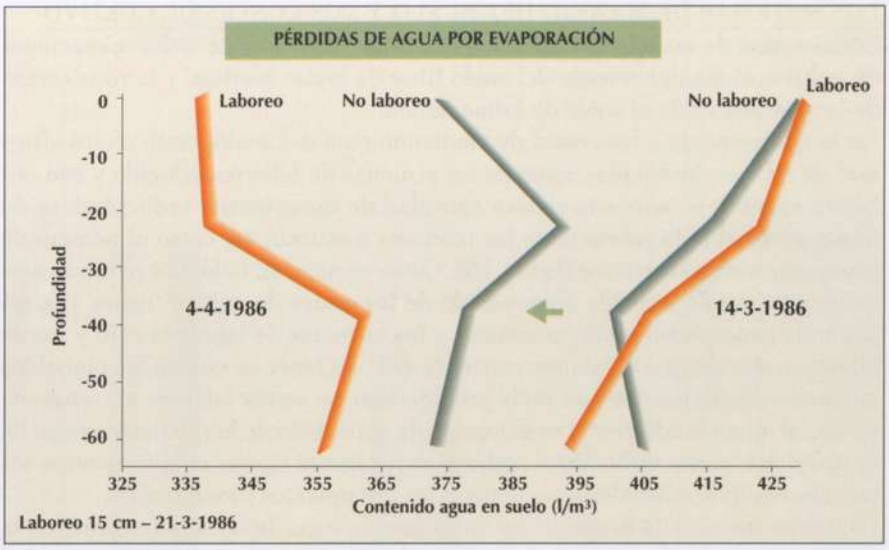


FIGURA 13. Las labores primaverales pueden ocasionar importantes pérdidas de agua en el suelo por evaporación, afectando incluso a las capas profundas del terreno. En NL las pérdidas de agua por evaporación fueron sensiblemente menores que en L, disponiendo el olivar no labrado de una mayor cantidad de agua durante la primavera. El ensayo se realizó en La Rambla (Córdoba) en un suelo de textura franco-arcillosa.

reducido a cero la pérdida de suelo, mientras que en el terreno labrado recientemente la erosión ha sido más intensa. En dicha figura se puede observar también cómo en NL la erosión fue bastante menor que en laboreo. La mayor estabilidad de la estructura del suelo ante el impacto de las gotas de lluvia podría explicar las menores pérdidas observadas en los terrenos no alterados por las labores (Castro, 1993). Esto no quiere decir que el NL sea la solución ideal para luchar contra la erosión, ya que en gran parcela y en terrenos con pendiente y en episodios de lluvia de gran intensidad pueden ocasionarse problemas de erosión en cárcavas en las zonas de desagüe natural.

LOS SISTEMAS DE MANEJO DEL SUELO Y LA PRODUCCIÓN

Durante varios años se realizaron ensayos en Andalucía en los que se empleó la técnica de NL como alternativa al laboreo convencional. En la técnica de NL el suelo se ha mantenido durante más de cuatro años sin labrar y desnudo de malas hierbas mediante el empleo de herbicidas residuales. En estos ensayos se puso de manifiesto que, en gran número de situaciones, esta técnica puede proporcionar aumentos importantes de producción con respecto al laboreo tradicional. Sobre un total de 88 ensayos controlados, de los que se dispuso de información fiable entre cuatro y doce años consecutivos (figura 15), en 75 la producción aumentó en NL, mientras que solamente en 4 campos se perdió producción al dejar el suelo sin labrar. En el conjunto de los 88 ensayos las producciones en NL aumentaron en un 16 %.

Los sistemas de laboreo reducido, tanto el semilaboreo como el mínimo laboreo, han proporcionado igualmente aumentos de producción con respecto al laboreo convencional (Pastor, 1990), siendo estos sistemas de cultivo muy empleados en Andalucía en la actualidad. En estos dos sistemas de laboreo reducido se aplica herbicida residual bajo la copa de los árboles, dejando esta zona sin labrar, realizándose labores mecánicas de distinta intensidad en el centro de las calles.

Pueden utilizarse también sistemas de cultivo con cobertura vegetal (viva o inerte sobre el suelo), bien sea empleando cubiertas de malas hierbas (Pastor, 1990) o cubiertas artificiales de gramíneas o leguminosas establecidas mediante siembra (Castro y Pastor, 1991), que son sistemas muy eficaces para luchar contra la erosión. La condición indispensable para obtener resultados satisfactorios es evitar la competencia por el agua y nutrientes entre la cubierta y el olivo. Una cubierta bien manejada no tiene por qué ocasionar pérdidas de producción (Castro, 1993).

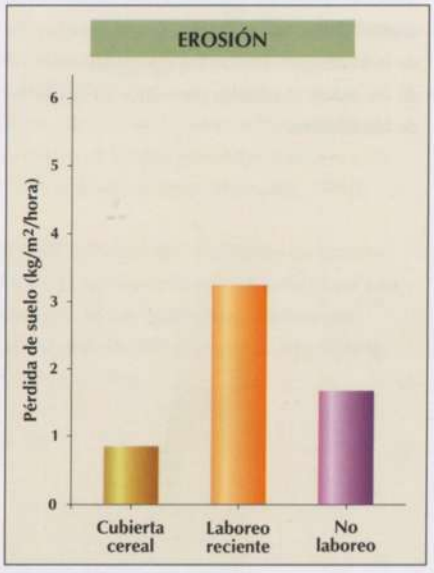


FIGURA 14. Los sistemas de cultivo tienen una gran influencia sobre las pérdidas de suelo por erosión. A pesar de que en NL puede originarse una mayor escorrentía, en un suelo labrado recientemente las pérdidas de suelo fueron mucho mayores. El empleo de cubiertas vegetales sobre el suelo redujo la escorrentía y casi eliminó las pérdidas de suelo por erosión. El ensayo se realizó en el mes de octubre de 1991 sobre suelo seco, empleándose un simulador de lluvia con el que se aplicó una tormenta con una intensidad de 85 mm/h durante 15 minutos.

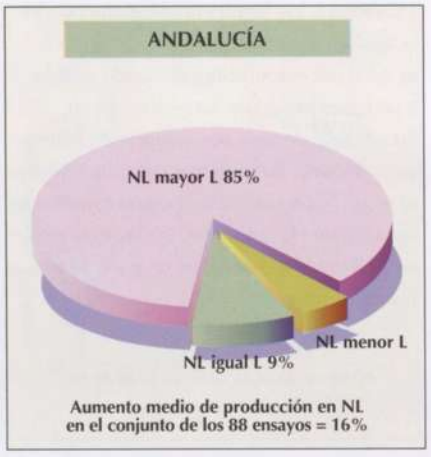


FIGURA 15. Resumen de los resultados de los ensayos sobre técnicas de manejo de suelo realizados por diferentes organismos oficiales en Andalucía. Cada uno de los ensayos a los que se hace referencia se mantuvo en observación un mínimo de cuatro años. En la mayoría de los casos, la técnica de NL proporcionó aumentos de producción con respecto al sistema convencional. El deficiente control de las malas hierbas y la reducción de la infiltración fueron los causantes de los malos resultados obtenidos en cinco de los ensayos.

LOS SISTEMAS DE MANEJO DEL SUELO Y LOS COSTES DE CULTIVO

Los sistemas de manejo del suelo afectan fundamentalmente a dos operaciones de cultivo: el mantenimiento del suelo libre de malas hierbas, y la recolección de la aceituna caída al suelo de forma natural.

En lo que respecta a los costes de mantenimiento del suelo, tanto en los sistemas de NL con herbicidas como en los sistemas de laboreo reducido y con cubierta vegetal, se necesita escasa cantidad de maquinaria, reduciéndose de forma apreciable la potencia de los tractores a utilizar, así como el número de horas empleadas de tractor (figura 16). Como es natural, todo ello redunda normalmente en una sensible disminución de los costes de cultivo (figura 17), resultando generalmente más económicos los sistemas de labranza cero y los de laboreo reducido que el laboreo convencional, sin tener en cuenta los probables aumentos de producción que suele proporcionar un menor laboreo. En estos sistemas, el apero fundamental es el equipo de aplicación de herbicidas, equipo de coste relativamente reducido al poderse emplear, con ligeras modificaciones, los mismos equipos utilizados para realizar los tratamientos fitosanitarios.

La compactación y la limpieza del suelo bajo la copa de los árboles favorece la recolección de los frutos maduros caidos al suelo de forma natural, ya que si el suelo no está perfectamente preparado y limpio de malas hierbas puede llegar a ser preferible dejar el fruto sin recolectar, dado que el coste de recolección puede superar en muchos casos al valor de las aceitunas (Benavides y Civantos, 1983). En suelos cultivados en NL, la preparación de suelos no representa un coste adicional.

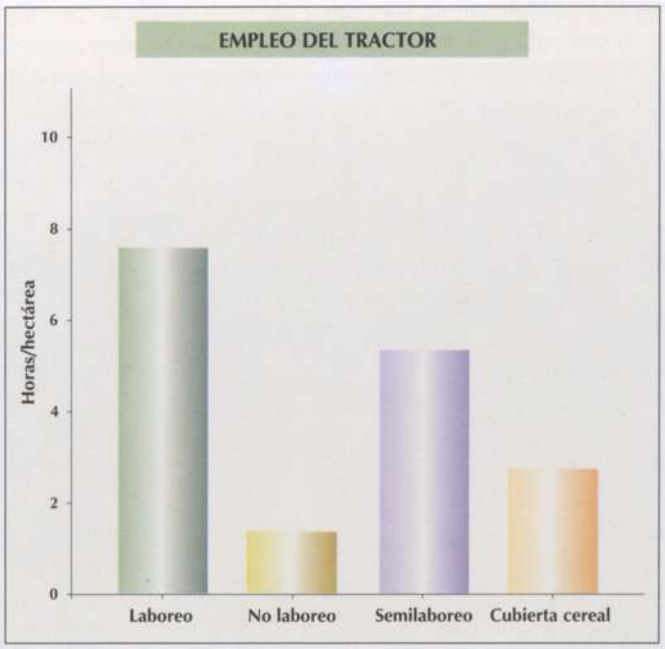
TENDENCIAS FUTURAS EN LOS SISTEMAS DE CULTIVO

Después de numerosos años con importantes avances en mecanización, no debe sorprender que muchos agricultores asimilen un óptimo cultivo de su olivar con un suelo muy bien labrado, desmenuzado y absolutamente limpio de restos vegetales. A la vista de los datos expuestos, pueden plantearse nuevas pautas para el cultivo de los suelos en olivar, tales como:

- Reducir el número de labores anuales a las estrictamente necesarias. Más labores no significa disponer de mayor cantidad de humedad, si las malas hierbas están bien controladas.
- Las labores más convenientes son las superficiales que dejen sobre el suelo la mayor cantidad posible de restos vegetales.
- Realizar las labores en los momentos en que éstas no ocasionen grandes pérdidas de agua en el suelo.
- El mantenimiento de una cubierta vegetal bien manejada agronómicamente puede ayudar a reducir la erosión, sin que se afecte negativamente a la producción. La aplicación de determinados herbicidas de postemergencia a dosis bajas puede ayudar a mantener el desarrollo de la cubierta en niveles no perjudiciales para el cultivo.
- En la aplicación de herbicidas, buscar un control completo bajo la zona de proyección de la copa, control que no es imprescindible en el espacio entre olivos (calle).
- Aplicar los herbicidas correctamente. Si una mala hierba escapa al control y se convierte en problema, emplear otra materia activa más eficaz. No intentar resolverlo aumentando la dosis de herbicida.
- La aplicación eficiente de herbicidas pasa por un equipo en buenas condiciones, especialmente si se quiere reducir el coste del tratamiento.

Las recomendaciones expuestas para el mantenimiento del suelo no son incompatibles entre sí, pudiendo resultar de interés diversas combinaciones entre ellas. Otro aspecto importante es la reversibilidad entre sistemas cuando por alguna razón se decide cambiar el método de cultivo. No hay problema cuando se cambia de suelos labrados hacia sistemas de NL mediante la aplicación de her-

Para el laboreo del olivar se utiliza el cultivador en muchas explotaciones. La labranza vertical es más recomendable que el empleo de vertedera o grada de discos.



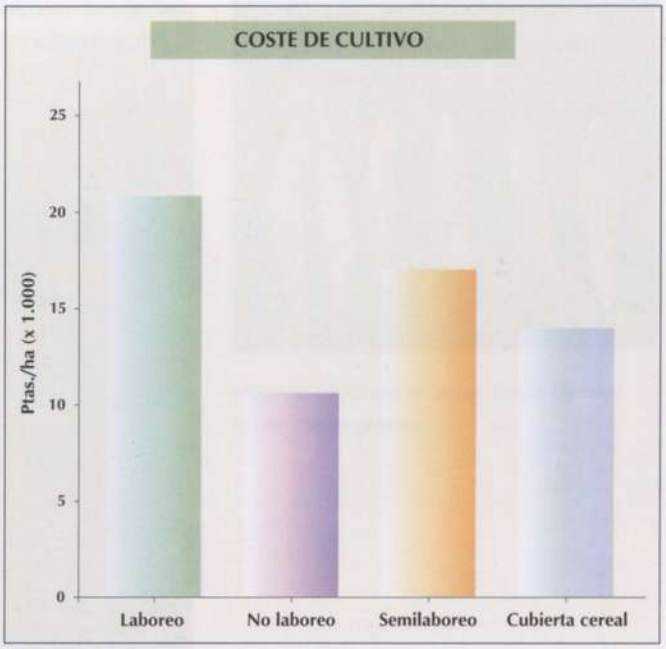


FIGURA 16 (izquierda). Los sistemas de laboreo reducido, semilaboreo, NL y cubierta de cereal reducen el número de horas de tractor empleadas para cultivar una hectárea, así como el consumo de carburantes en la explotación.
En los cálculos efectuados se ha considerado un tractor de ruedas con doble tracción y 70 CV de potencia (Fuente: Humanes, 1992).

FIGURA 17 (derecha). Los costes de manejo del suelo por hectárea cultivada de olivar son menores cuando se emplean sistemas de cultivo con laboreo reducido o nulo (Fuente: Humanes, 1992).

bicidas; el cultivo suele responder al cambio con un cierto aumento de vigor. El cambio contrario hay que hacerlo con prudencia, procurando dar al principio labores superficiales para ocasionar un mínimo daño a las raíces.

LA FERTILIZACIÓN

CONSIDERACIONES GENERALES

Una correcta fertilización debe cubrir las necesidades del cultivo, aportando las cantidades de nutrientes que no puedan ser extraídas del terreno. La determinación del déficit del suelo y de las necesidades del cultivo son problemas aún no resueltos totalmente, pero pueden fijarse unas directrices que, con las correcciones necesarias, puedan resolver casos concretos de la fertilización del olivar. Estas directrices deben deducirse del estado nutritivo de la plantación.

IMPORTANCIA DE LOS NUTRIENTES EN EL OLIVAR

Dieciséis elementos se reconocen como esenciales para el crecimiento de las plantas: carbono (C), hidrógeno (H), oxígeno (O), nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), magnesio (Mg), calcio (Ca), azufre (S), hierro (Fe), manganeso (Mn), cinc (Zn), cobre (Cu), molibdeno (Mo), boro (B) y cloro (Cl). La esencialidad de estos elementos se basa en que la planta no puede completar sin ellos su ciclo vital. Los tres elementos no minerales (C, H y O) constituyen aproximadamente el 95 % del peso seco de un olivo y se combinan en el proceso de la fotosíntesis, en el que la planta forma los hidratos de carbono, principal constituyente nutritivo de la planta. El 5 % restante está constituido por los elementos que tienen importancia en la fertilización.

Los trece elementos minerales se clasifican en macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg y S) y en micronutrientes (Fe, Mn, Zn, Cu, Mo, B y Cl), en función de las concentraciones requeridas en una correcta fertilización.

El nitrógeno es el elemento al que el olivo responde más rápidamente y con mayor rentabilidad, acelerando y aumentando generalmente la producción del cultivo. Aumenta la cantidad de clorofila y la capacidad de asimilación de otros nutrientes. El período de tiempo en el que son mayores las necesidades de N se extiende desde la floración hasta el endurecimiento del hueso. Para unas deter-

En terrenos con cierto grado de pendiente, las plantaciones que siguen el sentido de las curvas de nivel colaboran a la disminución de los daños por erosión.

minadas disponibilidades de agua en el suelo, la correcta fertilización con N aumenta el crecimiento de los brotes y el número de frutos cuajados por olivo, lo que trae consigo un aumento de la producción. La deficiencia de N se manifiesta por una tonalidad verde pálido en las hojas –no acompañada de necrosis como ocurre con estados carenciales de otros nutrientes– y por un menor crecimiento general de la planta.

El fósforo es un elemento fundamental para la vida del vegetal. Es indispensable para la división celular y el desarrollo de los tejidos meristemáticos, jugando un papel importante en los procesos intermedios de fosforación y desfosforación (ciclo de Krebs). Está ligado también a la utilización del almidón y azúcares, así como a la actividad fotosintética desplegada para la fijación del carbono. Raramente suelen encontrarse síntomas de deficiencia de P en condiciones de campo. Cuando se produce, se manifiesta por una gran reducción del tamaño de las hojas y una intensa coloración verde casi purpúrea (Recalde y Chaves, 1975). Una marcada deficiencia de P determina contenidos anormalmente bajos en N, Mg, Ca y B, pudiendo detectarse deficiencias de B cuando el nivel de P es elevado (Loussert y Brousse 1980),

El potasio se encuentra principalmente en las vacuolas celulares en forma iónica, es muy móvil e interviene en la formación de glúcidos y prótidos, así como en los procesos de asimilación, respiración y movimiento del agua en la planta. La deficiencia en potasio reduce la resistencia al frío y a la sequía y aumenta la sensibilidad a las enfermedades criptogámicas.

En el olivo, el K es el elemento que resulta más difícil de mantener en un nivel adecuado, debido a que más del 60 % del K de la planta se localiza en el fruto en la época de su recolección, a su escasa movilidad en los suelos, a la capacidad de éstos para fijarlo y a la dificultad para extraerlo del suelo en determinados momentos (en otoño a causa del bajo contenido en agua del terreno en muchas ocasiones o durante el invierno por las bajas temperaturas del suelo, lo que disminuye la absorción de agua y nutrientes).

Los síntomas de deficiencia de K en hoja (Loussert y Brousse, 1980) comienzan con una clorosis de la parte apical, progresando la decoloración hacia la base. Cuando la insuficiencia es pronunciada, la clorosis llega a necrosar los tejidos

foliares, en especial en las hojas más viejas, debido a la deshidratación de las mismas, extendiéndose después a las jóvenes. En caso de carencias intensas y prolongadas suele producirse una fuerte defoliación.

El olivo posee una buena tolerancia al calcio, siendo muy sensible a la deficiencia de este elemento. Muchos suelos olivareros son ricos en Ca y en ellos no se producen deficiencias. En los suelos ácidos hay que vigilar la nutrición de este macroelemento, recomendándose el encalado.

El boro es uno de los nutrientes de más baja movilidad dentro del árbol, manifestándose su insuficiencia (Recalde y Chaves, 1975) por una clorosis en hojas cuyo color verde disminuye gradualmente; se desarrolla desde el ápice hacia la base, hasta alcanzar los dos tercios del limbo. Más tarde el ápice se necrosa y la hoja cae, produciéndose en casos de carencia aguda una intensa defoliación. La corrección de las deficiencias en B es de gran importancia, pues las aportaciones de N y K pueden ser ineficaces si el boro resulta ser un factor limitante (Klein y Lavee, citados por Polí, 1986).

El magnesio también se caracteriza por su escasa movilidad. El mayor consumo de este elemento se produce durante la brotación primaveral, siendo pocos los casos en los que se ha descrito carencia de Mg en olivar (Recalde y Chaves, 1975). Los síntomas de deficiencia en este elemento se manifiestan para contenidos en hoja inferiores al 0,08 %, presentando las hojas de árboles afectados una clorosis en la parte apical del limbo o en sus márgenes, mientras permanece verde el resto de la hoja.

Hojas de olivo con síntomas típicos de bajo contenido en potasio.

ESTADO NUTRITIVO DE LA PLANTA

Entre las diferentes técnicas de diagnóstico, el análisis foliar es el método que mejor define el estado nutritivo del olivo. Este método está basado en el hecho de que la hoja es el principal órgano del metabolismo de la planta, por lo que los cambios en el aporte de nutrientes se reflejan en la composición de la hoja, siendo estas variaciones más pronunciadas en ciertos estados de desarrollo. Las concentraciones de nutrientes en la hoja en estados específicos de crecimiento están relacionadas con el funcionamiento general del cultivo (Bould, 1966; Fernández Escobar y col., 1994). Es posible, mediante experimentación, determinar la posición idónea de la hoja a muestrear, el estado de desarrollo óptimo que refleje mejor el nivel de dicho nutriente, la concentración de nutrientes correcta asociada a crecimiento y producción óptimos y los niveles de nutrientes en hoja asociados a deficiencia y toxicidad.

Una representación gráfica que relacione la concentración de un nutriente en los tejidos y el crecimiento de la planta o los rendimientos (figura 18) pondría de manifiesto la existencia de tres zonas diferenciadas (Fernández Escobar, 1993): zona de concentración normal, zona de moderada deficiencia, y zona de deficiencia severa. Solamente para concentraciones de nutrientes comprendidas en estas dos últimas zonas cabe esperar una respuesta a la fertilización.

En base a lo expuesto, Freeman y col. (1994) han propuesto una tabla de diagnóstico (cuadro 1), que establece los niveles críticos de nutrientes esenciales. Los contenidos minerales deben permanecer estables dentro del período en que se efectúe la toma de muestras. Las hojas muy jóvenes son un sumidero de nutrientes y la composición es variable; las hojas viejas exportan nutrientes, la proximidad de los frutos altera las concentraciones, a la vez que pueden estar afectadas, con más facilidad, por patógenos y otras causas accidentales. Por todo ello, las hojas tomadas para el análisis foliar deben proceder de brotes del año, sin fruto, recogidas de la mitad del brote hacia la base y estar totalmente expandidas y sanas, con edad comprendida entre dos y cinco meses (Fernández Escobar, 1994. citando a Chapman, 1966; Childers, 1966 y Beutel y col. 1983). El momento idóneo de muestreo es la parada vegetativa de verano (final del mes de julio en el hemisferio norte),

FIGURA 18. Relación entre la concentración de un nutriente en hoja o en un tejido y el crecimiento o la producción del cultivo (Fernández-Escobar, 1993).

CUADRO 1
NIVELES CRÍTICOS DE NUTRIENTES EN HOJAS DE OLIVO
Recogida de la muestra de hoja: mes de julio

Elemento	Deficiente	Adecuado	Tóxico
Nitrógeno	1,40	1,50 – 2,00	
Fósforo	0,05	0,10 – 0,30	
Potasio	0,40	Mayor de 0,80	
Calcio	0,30	Mayor de 1,00	
Magnesio	0,08	Mayor de 0,10	
Manganeso ppm.		Mayor de 20	
Cinc ppm.		Mayor de 10	
Cobre ppm.		Mayor de 4	
Boro ppm.	14	19 – 150	185
Sodio ppm.			Mayor de 0,20
Cloro ppm.			Mayor de 0,50

Según Freeman y col., 1994.

FERTILIZACIÓN DEL OLIVAR

Fertilización nitrogenada

En ensayos en olivar de secano realizados en Andalucía (Ferreira, 1984) se han obtenido respuestas a las dosis crecientes de N para niveles de fertilizante inferiores a 0,6 kg de nitrógeno por olivo (figura 19). En plantaciones con elevada capacidad productiva, alrededor de 35 kg/olivo, se han observado respuestas a mayores dosis de N, por lo que para un olivar tradicional se recomiendan aportaciones comprendidas entre 0,5 y 1,0 kg de N/olivo, en función del nivel productivo de la plantación, lo que debe permitir mantener un nivel adecuado de N en hoja.

En California, Hartmann y col. (1986) no observaron respuestas a las aportaciones de N cuando el contenido en hoja se mantenía en niveles adecuados, mientras que en árboles con deficiencias, el abonado nitrogenado fue muy rentable. Estos autores recomiendan una aportación otoñal de mantenimiento de un kilogramo de nitrógeno por olivo siempre que los contenidos en hoja se mantengan por encima del 1,5 %.

Para olivares con riego por goteo, Domínguez (1993) propone la aplicación del N en forma continuada desde febrero a agosto, con las aportaciones mensuales porcentuales del 2, 5, 10, 25, 35, 15 y 8 % respectivamente. En secano no se han encontrado ventajas con el fraccionamiento del abono nitrogenado, proponiéndose una única aplicación en invierno, con mejores respuestas a las aportaciones al suelo en formas amoniacales o urea (Ferreira, 1984).

En las zonas áridas (Kechau y Tnani, 1978) y en años de sequía (Ferreira, 1984) es frecuente la falta de respuestas a la fertilización nitrogenada. En la figura 20 aparecen los resultados de un ensayo realizado por Ortega Nieto (1964) durante quince años en Jaén, en el que solo observó respuesta al abonado con N en los años en los que la pluviometría superó los 500 mm. En esta situación es preferible recurrir a la fertilización foliar, técnica igualmente útil en cualquier tipo de olivar, incluso en regadío.

El fertilizante nitrogenado mejor y más rápidamente asimilado foliarmente es la urea, debido a su rápida absorción y metabolización por la planta, con rápida traslocación a hojas, inflorescencias y frutos en crecimiento (Klein y Weinbaun, 1984), lo que permite, mediante aplicaciones repetidas, mantener unos altos niveles de N en hoja a lo largo de todo el ciclo vegetativo (Ferreira y col., 1978). La aplicación foliar de urea influye positivamente sobre la producción aumen-

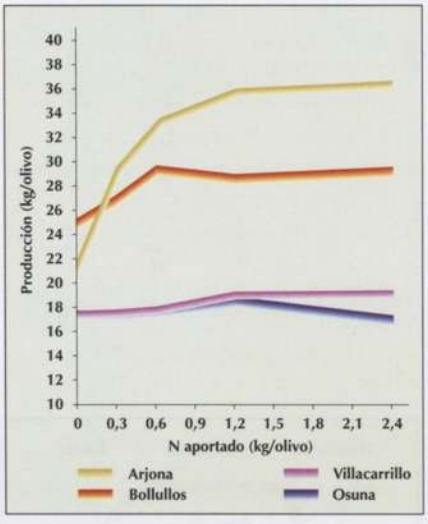


FIGURA 19. Respuesta productiva del olivo a dosis crecientes de nitrógeno aplicado al suelo. Los ensayos se realizaron en olivar adulto tradicional de secano en Andalucía (Ferreira y col., 1984) en las fincas: Manero (Arjona, Jaén) cv Picual, durante once años; Villarejo (Villacarrillo, Jaén) cv Picual, durante siete años; Rebujena (Bollullos de la Mitación, Sevilla) cv Gordal, durante cinco años; y Maturana (Osuna-Sevilla) cv Lechín Ecijano, durante once años. Sólo en los ensayos en los que los olivos tuvieron una buena producción se observó una respuesta significativa a las aportaciones de N. En estas condiciones las dosis recomendadas deben estar comprendidas entre 0,6 y 1,0 kg/ol de N.

tando el índice de cuajado de frutos y reduciendo la caída de aceitunas después del cuajado (Cimato y col., 1990). Las dosis de urea más idóneas para la pulverización foliar están comprendidas entre el 4 y el 6 %, ya que concentraciones superiores pueden producir quemaduras de cierta consideración en la hoja, de las que los árboles se recuperarán posteriormente (Ferreira y col., 1978).
La urea aplicada por hoja puede proporcionar mayores aumentos de producción por unidad fertilizante que cuando se aporta al suelo (figura 21), aunque si se abona el suelo con N no suelen observarse respuestas rentables a dicha fertilización.

Fertilización fosfórica

Solamente en contadas ocasiones se han encontrado respuestas productivas a la fertilización con P en olivar (Hutter, 1970; Recalde, 1970, citado por Ferreira y col., 1986; Ferreira, 1984). En los casos en los que hubo respuesta, ésta se observó cuando la aportación se realizó durante tres años o más de forma consecutiva, si bien el abonado con P no fue económicamente rentable en ninguno de los casos estudiados.
Las posibles razones de la escasa respuesta del olivo al P habría que buscarlas en el bajo consumo por la planta, o en el hecho de que el sistema radical de esta especie esté muy micorrizado (Sbrana y Vitagliano, 1990; Baldini, 1992), por lo que en un suelo medianamente dotado, podría ser capaz de extraer el P necesario para la vida de la planta. Deben recomendarse las aportaciones de P en el caso de que en el análisis foliar efectuado en julio se detectaran niveles de deficiencia.
La fertilización foliar con P puede proporcionar resultados interesantes. En olivar tradicional, con árboles de 80 m^3 de volumen aproximadamente, pueden aplicarse 30-40 g de P por olivo en soluciones de ácido fosfórico o de fosfato monoamónico (Hermoso y Morales, datos no publicados), pulverizando hasta el punto de goteo. En árboles que presentan un adecuado contenido de P en hoja no se han obtenido respuestas a la aplicación foliar de dosis crecientes de P (Delegación Provincial de la Consejería de Agricultura de Jaén, datos no publicados).

Fertilización potásica

Son escasos los ensayos de fertilización potásica al suelo en los que se ha obtenido una clara respuesta al abonado (Recalde y Chaves, 1975; Ferreira, 1984). Solamente en olivares con una fuerte deficiencia en K se observaron importan-

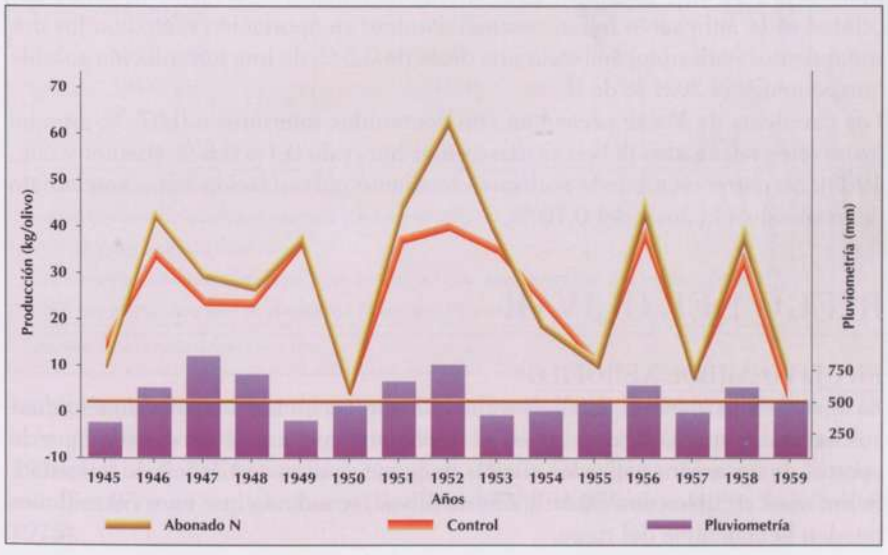


FIGURA 20. La respuesta del olivo a la fertilización nitrogenada depende de las disponibilidades de agua en el suelo. La figura muestra las producciones de un ensayo realizado durante quince años en la finca Los Naranjos (Jaén), en olivar tradicional de secano del cv Picual de sesenta años de edad. Los árboles abonados con N recibieron anualmente 2 kg de sulfato amónico por olivo. En el conjunto del ensayo los olivos abonados con N produjeron 3,9 kg más por olivo que los no abonados, pero solamente en los años en que la pluviometría superó los 500 mm se observaron diferencias de producción (Ortega Nieto, 1964).

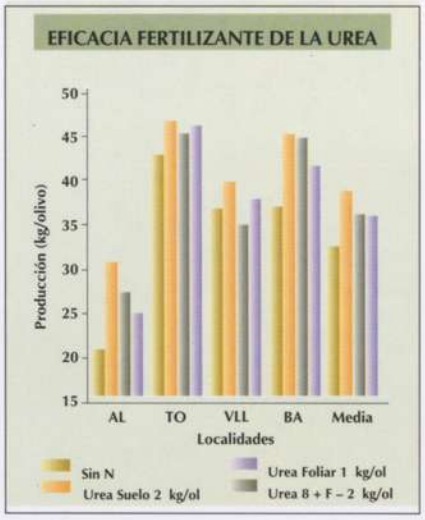


FIGURA 21. Estudio de la eficacia fertilizante de la urea aplicada en diferentes formas y dosis. Se presentan las producciones medias de aceitunas obtenidas en cuatro ensayos de cinco años de duración en olivares de secano adultos del cv Picual en Alcaudete (AL), Torredonjimeno (TO), Villacarrillo (VLL) y Baeza (BA) en la provincia de Jaén (Datos de Hermoso y Morales, comunicación personal). La aplicación al suelo de 2 kg/ol fue la modalidad que aumentó en mayor cuantía la producción, mientras que dos aplicaciones foliares anuales de 500 g/ol fue el tratamiento con el que se obtuvo el mayor aumento de producción por unidad de fertilizante aportado. Cuando se fertiliza el suelo con urea, es dudosa la eficacia de la fertilización foliar.

tes aumentos de producción cuando se realizaron aportaciones masivas de sulfato potásico al suelo (Hartmann y col., 1986).

En olivares con riego por goteo podría emplearse la técnica de fertirrigación, con aplicaciones continuadas, a través de la instalación, conjuntamente con el agua. Domínguez (1993) recomienda aportaciones del 15 % del K en primavera, del 35 % en verano y del 50 % en otoño durante la maduración del fruto.

La fertilización foliar con K puede tener un gran interés en olivar, siendo el nitrato potásico la sal más fácil de asimilar, habiéndose mostrado más eficaz que el sulfato potásico (Hermoso y Morales, datos no publicados; Perica y col., 1994). La pulverización con urea poco antes de la pulverización del NO_3K aumentó la absorción de K y N por la hoja (Perica y col., 1994). La figura 22 presenta un ejemplo de las adecuadas respuestas a largo plazo de las aportaciones foliares de nitrato potásico al 5 % en árboles con bajos contenidos de K en hoja, con claros síntomas de deficiencia. La producción media del olivar tratado aumentó en un 23 % con respecto a los árboles no pulverizados, aunque la respuesta no se manifestó hasta el tercer año de aplicación consecutiva (Hermoso, comunicación personal). En ensayos en los que los olivos presentaban niveles adecuados de potasio en hoja (más del 0,8 %) no se obtuvieron respuestas a las aportaciones foliares de K a dosis crecientes (Delegación Provincial de la Consejería de Agricultura de Jaén). Se recomienda el uso de nitrato potásico por vía foliar, mediante soluciones concentradas entre el 2 y el 3 %, cuando la cantidad total de líquido aplicado es de 1.000 l/ha.

Corrección de deficiencias en otros elementos

El boro y el magnesio son los microelementos que con mayor frecuencia crean deficiencias en el olivar. La falta de hierro puede ocasionar clorosis férrica en suelos muy calizos y su corrección debe acometerse mediante el empleo de quelatos o inyecciones de sulfato de hierro al tronco (Navarro y col., 1992). Eventuales carencias de manganeso y cinc pueden corregirse mediante la pulverización de las hojas con quelatos de ambos microelementos, o bien mediante correctores comerciales multivariantes ricos en Mn y Zn.

El boro junto con el N es uno de los nutrientes a los que responde el olivo de una forma más rápida, a pesar de ser este elemento uno de los de más baja movilidad dentro del árbol (Recalde y Chaves, 1975). Según Hansen (citado por Recalde y Chaves, 1975), se obtienen respuestas rentables a las aportaciones de B para contenidos en hoja inferiores a 19 p.p.m. La corrección de las deficiencias puede conseguirse mediante aportaciones al suelo de 40 g de B/olivo durante el primer año, y dosis de mantenimiento anuales de 25 g/olivo. Otra posibilidad es la aplicación foliar, recomendándose su aportación junto con los dos tratamientos anticriptogámicos a una dosis de 0,5 % de una formulación soluble que contenga el 20,8 % de B.

Las carencias de Mg se presentan con contenidos inferiores a 0,07 %, aunque los niveles adecuados deben situarse en el intervalo 0,1 a 0,6 % (Beutel y col., 1983). Su corrección puede realizarse mediante pulverización foliar con sulfato de magnesio a la dosis del 0,70 %.

RIEGO DEL OLIVAR

EL OLIVO ÁRBOL XERÓFILO

El olivo es una planta típica de secano que aprovecha las precipitaciones acuosas naturales que se acumulan en el suelo, sin que esté generalizado hacerle aportes de agua para paliar los efectos de largas épocas con déficit de humedad. Sobre unos recursos de 750 millones de olivos, se calcula que unos 50 millones pueden beneficiarse del riego.

El olivo ha desarrollado los caracteres de planta xerófila. Las hojas coriáceas con pocos estomas, situados en el envés en el fondo de pequeñas depresiones, favorecen una menor transpiración. El sistema radicular extenso le permite aprovechar la humedad contenida en un amplio volumen de tierra. La presión osmótica interna elevada lo hace capaz de extraer agua en suelos con muy bajo contenido de humedad, 1,5 MPa. Estos aspectos morfológicos de la planta se complementan con unas condiciones de cultivo que facilitan la formación de reservas procedentes de la lluvia y dificultan las pérdidas por evaporación. La capacidad de adaptación a condiciones adversas tiene como contrapartida que el olivo frena su desarrollo, disminuye la formación de brotes y yemas, así como la producción, en caso de estrés prolongado y en función del estado de las reservas de humedad.

La presencia del agua en proporciones adecuadas es fundamental como disolvente de las sales minerales, por su papel activo en la fotosíntesis y en la fisiología de la planta en general.

Cuando las lluvias son abundantes el olivo vegeta mejor y crece más porque los períodos con déficit hídrico son más cortos. Se ha establecido una clara correlación positiva entre precipitaciones naturales durante el período septiembre-mayo y la cosecha siguiente (Ortega Nieto, citado por Aguilar y col., 1984) (cuadro 2).

CUADRO 2
CORRELACIÓN ENTRE PRODUCCIÓN DE ACEITUNA Y PRECIPITACIÓN
Período 1937 - 1949 cv Picual

Años	Producción kg/olivo	Lluvia oct/may anterior (mm)
1937-1938	82,16	749
1938-1939	11,66	407
1939-1940	13,83	325
1940-1941	63,33	574
1941-1942	63,00	935
1942-1943	15,83	426
1943-1944	24,66	423
1944-1945	16,41	414
1945-1946	0,00	205
1946-1947	84,16	577
1947-1948	58,33	857
1948-1949	56,33	656
1949-1950	3,00	255
MEDIA	37,90	520

El coeficiente de correlación es r = 0,82

La recta de regresión que liga producción y pluviometría es: y = 19,51 + 0,11 x

y = Producción esperada (kg/olivo).

x = Pluviometría (mm) recogida entre 31 de octubre y 31 de mayo, anteriores a la recolección.

Suelos con buena capacidad de retención. ETP media = 950 mm/año.

Fuente: Ortega Nieto (Citado por Aguilar) y col. 1984.

La bibliografía está llena de referencias sobre el efecto beneficioso del riego en la vegetación y en la producción del olivo (Romano 1967; Anagnostopoulos 1930; Lakhoua, 1976; Samish y Spieguel, 1966). Otros autores estudian la relación entre riego y alternancia (Ben Mechlia y Hamrouni, 1978; Psiyllakis, 1975).

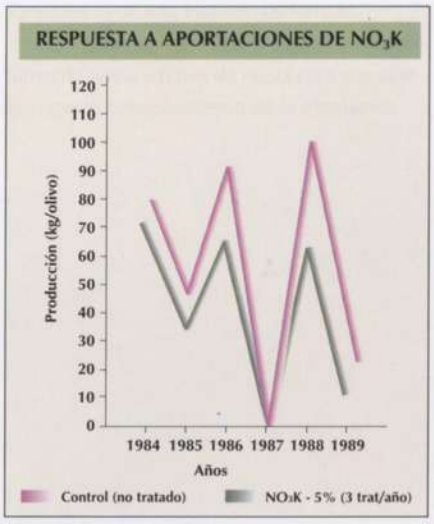


FIGURA 22. Respuesta del olivo a tres aportaciones foliares anuales de nitrato potásico al 5 % en un ensayo realizado en Cabra (Córdoba) en olivar tradicional adulto de secano cv Picual, en suelo calizo y en árboles que mostraban síntomas visuales de carencia de K, contrastados con el correspondiente análisis de hoja (Hermoso y Morales, comunicación personal). Para el conjunto de los seis años de duración del ensayo, las aportaciones foliares de K elevaron la producción en un 23 %, aunque las respuestas productivas no se manifestaron hasta el tercer año consecutivo de aplicación del tratamiento.

Gotero empleado en el riego localizado del olivar.

RELACIÓN AGUA, SUELO Y PLANTA

Una parte de las precipitaciones acuosas que caen sobre el terreno y de las aportaciones de agua de riego corre sobre el terreno sin infiltrarse; es la escorrentía. El resto penetra en el suelo. El agua gravitacional llena transitoriamente los espacios ocupados por el aire, tras una lluvia abundante o un riego, y en un tiempo de 1 a 3 días, por acción de la gravedad, se pierde por infiltración en las capas profundas, siempre que el drenaje esté libre.

El agua disponible para las plantas es la comprendida entre la Capacidad de Campo y el Punto de Marchitamiento Permanente (Trocmé y Gras, 1966). A efectos de riego, no es conveniente agotarla, haciendo uso solamente de la reserva fácilmente utilizable, que se cifra entre una tercera parte y dos terceras partes de aquélla. En climas áridos o semiáridos y suelos fuertes no conviene pasar del 40 %.

El agua se mueve desde el suelo hasta la atmósfera, a través de las plantas, siguiendo gradientes de potenciales hídricos decrecientes. El potencial hídrico en cada punto, está formado por una serie de sumandos:

$$F = Fp + Fo + Fm + Fg$$

Fp es el potencial de presión, o de turgencia. Fo es el potencial osmótico que origina la atracción del agua por los iones de los solutos. Fm es el potencial mátrico causado por la pérdida de actividad en la superficie de los coloides. Fg es el potencial gravitatorio. Dentro de la planta se puede reducir esta fórmula a F = Fp + Fo. El potencial hídrico total es negativo. La evolución del potencial hídrico del olivo ante distintos regímenes de riego, puede seguirse en la figura 23 (Laouar, 1978).

La mayor parte del agua absorbida por la planta se pierde en estado de vapor, durante el proceso de la transpiración. Sólo una pequeña parte es retenida para contribuir al crecimiento, otra fracción mucho menor se destruye en la fotosíntesis y todavía es menor la que reacciona en los procesos metabólicos.

La transpiración tiene lugar en las hojas y más concretamente a través de los estomas, aunque en pequeña proporción puede realizarse también por la cutícula. Actúa como mecanismo de refrigeración de la planta. Las plantas xerófitas, con reducida transpiración, son capaces de soportar altas temperaturas interiores (40 a 50 °C). Asimismo concentra los nutrientes minerales, que toma muy diluidos del suelo, y permite la ascensión y la distribución del agua y de los nutrientes a través del xilema, desde el suelo hasta las hojas.

La falta de humedad en el suelo produce una disminución del potencial hídrico, baja la actividad fotosintética y el crecimiento celular, con repercusión en la

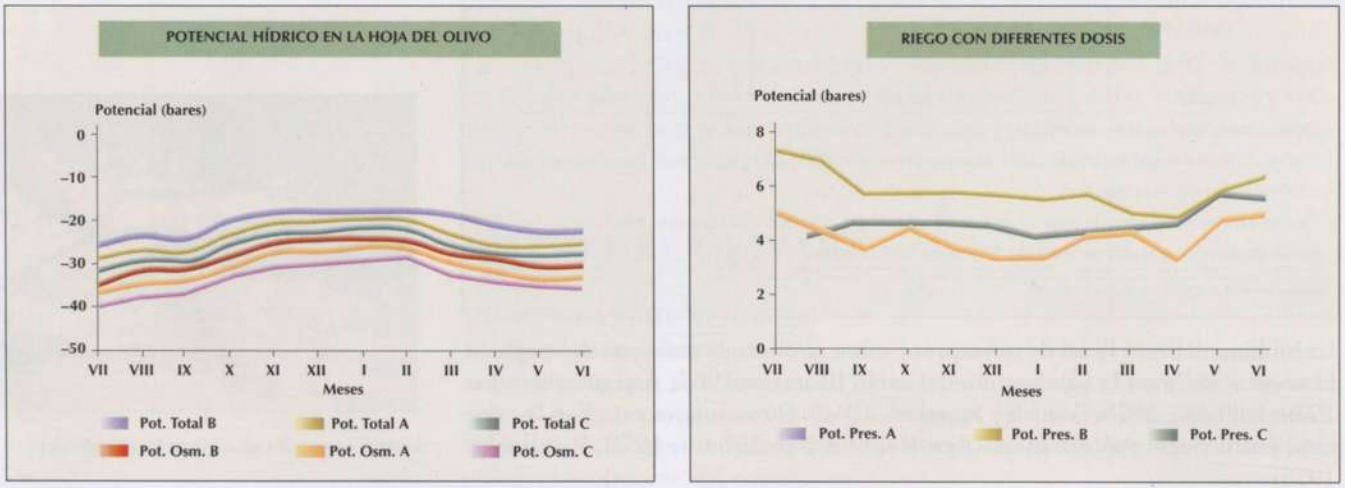


FIGURA 23. Cuanto menor es la dosis de agua, más bajo se muestra el potencial hídrico. La dosis más elevada induce valores de F menores que la intermedia, lo que supone un exceso de agua falto de utilidad, confirmado con menor producción de aceitunas (El Amami, 1975). El potencial de presión, obtenido por diferencia entre el total y el osmótico, es relativamente constante en invierno y alcanza mayores niveles en períodos de actividad; los valores más elevados corresponden a la menor dosis. El aumento del potencial de presión y la disminución simultánea del potencial osmótico indican que una transpiración elevada acumula sustancias solubles o refuerza las membranas celulares. Estas variaciones del potencial de presión representan un factor de resistencia a la sequía (Sánchez Díaz y Kramer, 1983).

Panorámica de una estación de filtrado de agua para riego por goteo. Se han instalado filtros de arena y filtros de malla para asegurar el correcto funcionamiento de la instalación.

cantidad y en la calidad de las cosechas. El olivo se comporta mejor ante condiciones de escasez de agua que ante el exceso de ésta. Es capaz de reducir el consumo alrededor del 35 % de la ETP manteniendo un estado fisiológico aceptable (Vernet y col., 1964).

EL CLIMA Y EL AGUA

Tanto en los suelos desnudos como en los cubiertos con vegetación, o en una superficie de agua libre, el agua se evapora. En un suelo cultivado se presenta simultáneamente la evaporación y la transpiración de las plantas. La suma de ambos efectos, difíciles de evaluar separadamente, se conoce como evapotranspiración (ET). La ET requiere una fuente energética que es la radiación solar, que actúa sobre la planta, sobre el suelo y en el aire que los rodea.

Entre los métodos para determinar la ET están los basados en la medición de la evaporación (Eo) de una superficie de agua sometida a la acción climática, en el que el suministro de humedad a la atmósfera no está limitado. Se usa mucho el tanque evaporimétrico clase A. Existe proporcionalidad entre la evaporación de un suelo muy húmedo y la de un embalse (ET = k Eo), pero conforme el terreno pierde agua, el paso de vapor de agua a la atmósfera se ve dificultado. Según el contenido de humedad del suelo, de sus características y de las labores de cultivo, la ET tendrá valores diferentes.

Es usual utilizar el concepto de evapotranspiración potencial (ETP), que es la evapotranspiración de una superficie cubierta de vegetación tipo pradera, en crecimiento activo y con un suelo suficientemente provisto de humedad (a Capacidad de Campo), y que no está limitada nada más que por los factores meteorológicos de la zona.

En general, en un terreno de cultivo, las condiciones de vegetación y de humedad no coinciden con las impuestas para la ETP, porque el suelo estará parcialmente cubierto, el cultivo no es uniforme, etc. Así la ET es distinta de la ETP, estando relacionadas por un coeficiente de cultivo:

Kc = ET/ETP. El coeficiente de cultivo es variable a lo largo del ciclo, aumentando con el desarrollo de la planta, con el área foliar, con la actividad, hasta aproximarse a Kc = 1 para después decrecer en la fase de maduración. La estimación de la cantidad de agua necesaria para los cultivos está basada en la medición de la ETP, bajo condiciones normalizadas, y experimentalmente se determinan los coeficientes de ajuste. (Thornthwite, 1955; Blaney y Criddle, 1992; Turc, 1961; Penman 1949).

Según la naturaleza del suelo y la profundidad de las raíces del cultivo, se calcula la máxima cantidad de agua que pueden ser almacenada. En la época de

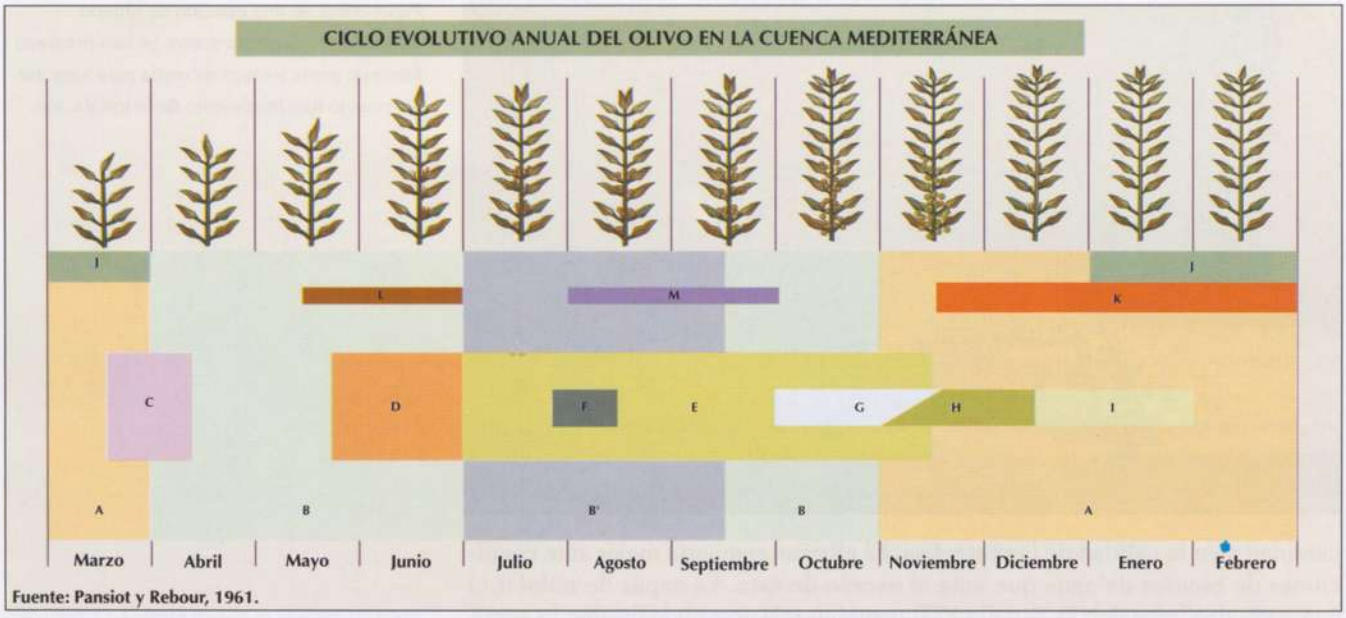


FIGURA 24. Ciclo evolutivo anual del olivo en la cuenca mediterránea.
A. Período de reposo.
B. Período de actividad vegetativa.
B'. Período de actividad vegetativa retardada.
C. Diferenciación de la yema.
D. Floración. Cuajado.
E. Crecimiento del fruto.
F. Endurecimiento del hueso.
G. Enverado.
H. Maduración.
I. Vernalización.
J. Poda.
K. Recolección.
L. Período crítico (asimilación de nitrógeno).
M. Período crítico (absorción de agua).

lluvias, si éstas (P) superan a la ETP, se va formando la reserva hasta el límite del agua útil. Cuando hay agua en exceso, se pierde por percolación. En sentido inverso, si ETP es mayor que P, la reserva disminuye con las extracciones de la planta. Es interesante conocer el balance medio de humedad de la región para lo que puede servir de apoyo los datos de la ETP y de la lluvia. El balance es más correcto si se efectúa con la ETP y con la lluvia útil (Pu) (Doorembos y Pruitt, 1977; Doorembos y Kassam, 1979).

ETAPAS CRÍTICAS DEL CICLO DEL OLIVO EN RELACIÓN CON EL AGUA DISPONIBLE

En la figura 24 aparece el esquema del ciclo vegetativo del olivo con indicación de los estados fenológicos y de las fechas en que se producen en una latitud 38°-40° N (Pansiot y Rebour, 1961). El suelo acumula una reserva de agua a lo largo del otoño y del invierno para la brotación y el crecimiento de los ramos. La formación de las inflorescencias y la apertura de la flor, en abril y mayo, puede sobrevenir en momentos de menor provisión hídrica, en el caso de años secos. A veces, durante el cuajado del fruto, en junio, hay escasez de agua y esto sucede con mayor probabilidad cuando se endurece el hueso, pues aunque exista agua disponible se encontrará a potenciales mátricos muy elevados. En días calurosos, la transpiración instantánea supera la velocidad de absorción de las raíces y el olivo puede sentir el estrés hídrico. En la etapa de cuajado y endurecimiento del hueso se produce una notable caída de frutos al suelo debido, entre otras causas, al ajuste fisiológico del olivo a la situación hídrica y nutritiva.

En pleno verano y tras los períodos reseñados, el olivo puede retardar la actividad vegetativa. Si en otoño el suelo está bien provisto de humedad, los ramos crecen y al año siguiente pueden dar una mejor cosecha. En las aceitunas para aceite, durante los meses de octubre y noviembre se acentúan los procesos de formación del aceite y, en caso de contar con suficiente humedad, se produce una mejora en cantidad y en calidad. Las lluvias de otoño pueden aportar esta humedad deseada, pero si se retrasan, o son escasas, el riego puede sustituirlas y producir importantes beneficios a las plantaciones que lo tienen instalado.

NECESIDADES HÍDRICAS DEL OLIVO. CONSUMO DE AGUA

Un objetivo de las estaciones experimentales de los países oleícolas ha sido la determinación de las necesidades hídricas del olivo, utilizando métodos indirectos.

Los diferentes cultivares, la climatología de la zona y la del período de los ensayos, la naturaleza del suelo, la edad de los olivos, la superficie de suelo cubierta o los tipos de plantaciones determinan diferencias en los resultados obtenidos.

Métodos lisimétricos

Estudios de olivos en lisímetros realizados en Túnez y en Córcega (Francia) han concluido en que plantaciones densas, bien provistas de humedad, demandan hasta el 70 % de la ETP (Le Bourdellès, 1980).

En Córdoba (España) se ha determinado sobre macetas la transpiración de olivos jóvenes durante el período junio-agosto, con suelo húmedo a la Capacidad de Campo (Cruz Conde y Fuentes, 1984). Este ensayo pone de manifiesto que las necesidades de agua están relacionadas con la superficie sombreada del terreno (cuadro 3). La aplicación de los valores obtenidos da las máximas producciones, como se expresa en el cuadro 4.

CUADRO 3
PÉRDIDAS DE AGUA POR TRANSPIRACIÓN
Olivos bien desarrollados de cv Picual en Córdoba (España)

Nº olivos por ha	Cabida cubierta	Transpiración máxima diaria (l/olivo)	Dosis diaria (mm)	T/ETP (Kc)
100	25	135	1,35	0,25
150	36	103	1,53	0,29
200	40	85	1,70	0,32
250	43	73	1,82	0,34
300	45	65	1,95	0,36
400	50	54	2,16	0,40

Valor medio transpirado por olivos jóvenes, período junio/agosto, 0,35 l/m2 de hoja, con Evaporación Tanque A de 6,6 mm y ETP (Thornthwite) de 5,37 mm.
ETP abril/octubre, 820 mm.

Fuente: Elaborado con datos de Cruz-Conde y Fuentes, 1984.

Métodos basados en medidas de humedad del suelo

En Córcega, Le Bourdellès y col. (1983) han realizado mediciones del consumo de agua, durante tres campañas, deduciendo el consumo de los olivos de cv Picholine en aplicación por gota a gota y por aspersión. El total de agua utilizada en sistema de gota a gota ha variado entre el 0,50 y el 0,73 ETP, con valores entre 340 y 374 mm por temporada de riego. En el riego por aspersión se han determinado consumos entre 0,38 y 0,44 ETP por temporada.

En Creta, Michelakys y col. (1988) (cuadro 5), han aplicado agua de riego en pozas y diversas combinaciones de goteros. En el riego con pozas se utilizó menos agua que en goteros, y en los riegos a tensión de 15 bares menos agua que para 0,2 bares. Al sexto año el tamaño de la copa, la altura del olivo y el diámetro del tronco fueron iguales en los distintos tratamientos, y considerablemente más elevados que en los testigos sin riego. Este ensayo pone de manifiesto el buen aprovechamiento que el olivo hace del agua y la facilidad que tiene para extraerla a tensiones próximas al Punto de Marchitamiento Permanente.

Métodos basados en la respuesta del olivo a las dosis de riego

Son numerosos los ensayos realizados por este procedimiento, comparando las aportaciones hídricas con la ETP o con la evaporación en tanque.

En Cerdeña, Aggabio (1983), citado por Dettori (1987), ha partido de la hipótesis de ET del olivo equivalente al 42 % de la evaporación en el tanque clase A, aplicando esta dosis, así como el 60 y el 30 % de la ET, en comparación con un

CUADRO 4
PRODUCCIONES SEGÚN DOSIS DE RIEGO GOTA A GOTA
Plantación 6 x 6 m. Año 1976. cv Picual. Córdoba (España). Producciones medias de los años 1980 a 1983

Tratamiento	Producción aceituna kg/ha	Dosis media (mm)
1,33 A	3.523	112
A	3.726	84
0,67 A	3.078	56
0,33 A	2.756	28
Sin riego	2.419	0

El tratamiento A equivale a la transpiración medida en macetas, de forma experimental.
ETP abril/octubre, 820 mm.

Fuente: Elaborado con datos de Cruz-Conde y Fuentes, 1984.

testigo sin riego. Los resultados se dan en el cuadro 6. La medición del potencial hídrico foliar indica que la dosis 100 % de ET resulta algo baja a partir del endurecimiento del hueso.

En otro ensayo en Cerdeña, realizado por Dettori (1987), se han comparado aportaciones del 60 %, 50 % y 40 % de la ETP con respecto a un testigo sin

CUADRO 5
VOLÚMENES DE AGUA APLICADOS EN DIVERSOS TRATAMIENTOS DE RIEGO
Plantación 5 x 5 m. Año 1979. cv Kalamon. Creta (Grecia)

Potencial de agua en el suelo (bares)	Sistema de riego	Años 3º a 5º (mm)	(%)	Año 6º (mm)	(%)
F = 0,2	Pozas	111	92	247	56
F = 0,2	Goteros	121	100	444	100
F = 15	Pozas	62	51	187	42
F = 15	Goteros	81	67	323	72

Las pozas son de 2 m de diámetro.

Al sexto año, el tamaño de copa, la altura de los árboles y el diámetro del tronco dan valores similares para todos los tratamientos, significativamente superiores a los del testigo sin riego.

Fuente: Michelakis y Vougiucalou, 1988.

CUADRO 6
INFLUENCIA DE LA DOSIS DE RIEGO EN LA PRODUCCIÓN Y EN LOS FRUTOS
Plantación 4 x 4 m. Edad 10 años. cv Ascolana tenera. Microaspersores

Volúmenes riego	Producc. (t/ha)	Peso aceituna (g)	Espesor mesocarpo (mm)	Espesor hueso (mm)	Relación mesocarpo hueso
0,42 E	6,8 d	6,6 c	13,3 c	7,6 b	1,8 b
0,25 E	5,7 c	6,5 c	12,6 c	7,1 b	1,8 b
0,13 E	3,3 b	5,1 b	11,5 b	6,6 a	1,7 a
Testigo	1,5 a	4,5 a	10,0 a	5,9 a	1,7 a

E = evaporación medida en tanque clase A.

Los valores seguidos de letras diferentes difieren con significación estadística del 5 %.

Fuente: Aggabio, 1983, citado por Dettori, 1987.

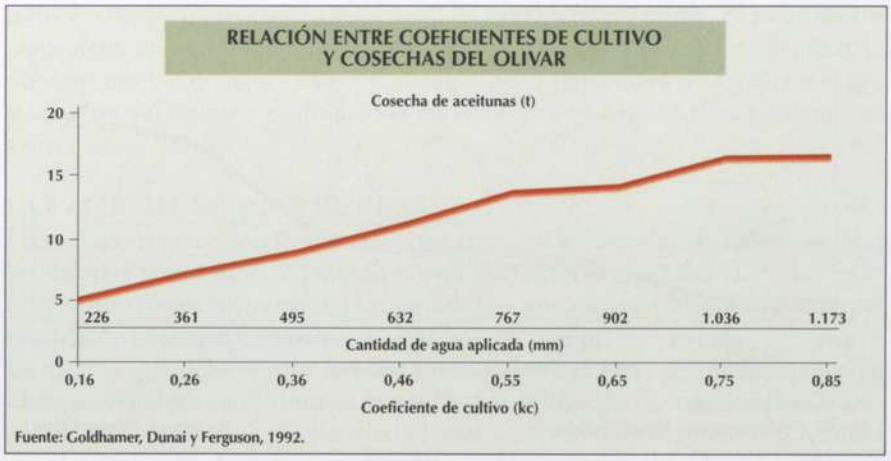
CUADRO 7
RESPUESTA DEL OLIVAR AL RIEGO
Plantación 4 x 4 m. Edad 10 años. cv Ascolana tenera. Período 1982-1984

Tratamiento anual med.	Dosis agua anual med. (m3/ha)	Producción anual (t/ha)	Crecimiento fruto tronco (%)	Peso medio (g)
0,60 E	3.929	6,1 C	17,6 C	6,6 C
0,50 E	3.271	6,2 C	17,4 C	6,4 C
0,40 E	2.617	5,3 B	13,4 B	6,1 B
Sin riego	0	3,8 A	10,4 A	4,2 A

E = lectura del evaporímetro, tanque clase A.

Los valores seguidos de letras diferentes difieren con significación estadística del 1 %.

Fuente: Dettori, 1987.



Fuente: Goldhamer, Dunai y Ferguson, 1992.

FIGURA 25. Hay un primer tramo de respuesta, hasta Kc = 0,55, en el que aumentan fuertemente las producciones al aumentar el agua aportada. En un segundo tramo, para valores de Kc entre 0,55 y 0,75, la respuesta es menor. A partir de Kc = 0,75 no hay incremento de cosecha.

riego, cuyos resultados se explicitan en el cuadro 7. La dosis del 50 % ETP da igual producción, incremento de troncos y peso de fruto que con el 60 % de la ETP.

En California, Goldhamer, Dunai y Ferguson (1993) han aplicado durante dos temporadas de riego, a olivos adultos, ocho dosis de riego –entre 0,16 y 0,85 ETP– calculada ésta según Penman modificado. Para el coeficiente de cultivo 0,75, se han mantenido los olivos sin estrés hídrico, como atestiguan las mediciones del potencial de agua en hoja, que permaneció constante en las proximidades de -0,5 PMa. Las cosechas se han incrementado con el agua aportada, según la figura 25.

En Córdoba (España), la empresa Humet (1981) realizó un ensayo aplicando dosis diarias equivalentes a 0,5, 1, 2, 3 y 4 mm comparando con testigo sin riego. La producción de aceitunas aumentó con la dosis de agua, pero la producción de aceite se igualó para las dosis de 3 y 4 mm/día (cuadro 8).

Aplicación discontinua de agua como riego de socorro

La respuesta productiva del olivar en los años de pluviometría más elevada ha sugerido desde tiempos antiguos, sobre todo en regiones con precipitaciones escasas, complementar las reservas constituidas en el suelo con aportaciones de agua de riego en aquellos momentos en que hay agua disponible. Supone dar riegos fuera de las épocas de mayor necesidad de la planta, generalmente en invierno, primavera y, con menor frecuencia, en otoño.

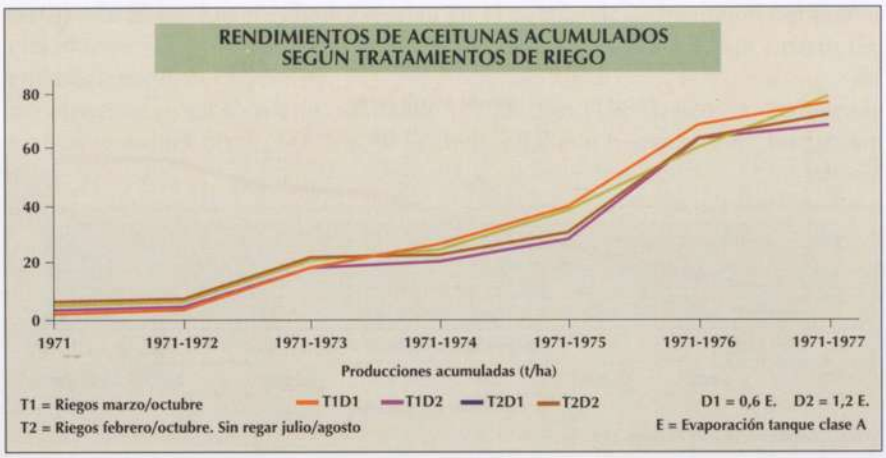
CUADRO 8
DOSIS DE RIEGO POR GOTEO. PRODUCCIONES DEL OLIVAR
Plantación 8 x 4 m. Año 1970. cv Picual. Datos de 1981

Tratamientos (mm/día)	Tratamientos (l/ol-día)	Agua riego (m3/ol)	Relación ETP-Pu/ Riego	Producción (kg/ol) Aceituna	Producción (kg/ol) Aceite
0	0	0	0	18,46	3,06
0,5	16	2,28	0,11	20,13	3,08
1	32	4,03	0,20	23,51	4,00
2	64	7,85	0,39	26,54	3,80
3	96	11,24	0,55	29,05	4,48
4	128	13,8	0,68	36,60	4,54

Fuente: Humet Riegos, 1981.

El efecto de estos riegos se ha estudiado en la Estación de Olivicultura de Jaén, en plantaciones tradicionales. Los resultados aparecen en el cuadro 9. Todos los tratamientos con riego han hecho que la producción se incrementara entre el 40

FIGURA 26. Rendimientos de aceitunas acumulados según tratamientos de riego.



y el 77 %. Los riegos de otoño han mejorado la producción de aceituna y elevado la proporción de aceite, notándose estos efectos en el engrosamiento de los frutos y en el crecimiento de los ramos, sobre todo en los otoños secos.

En la región central de Túnez, con aguas salinas, se ha comparado el efecto del riego durante el período marzo-octubre, con otras parcelas en que se suspendió el riego de los meses de julio y agosto sin que se hayan notado diferencias en las producciones (figura 26).

RECOMENDACIONES PARA LA PRÁCTICA DEL RIEGO

En comparación con los testigos sin regar, todos los ensayos han demostrado que el olivo responde favorablemente al riego, hasta con dosis de agua muy bajas, o cuando se ha aplicado de forma discontinua, incluso fuera de la época de déficit hídrico.

Si se dispone de agua durante todo el ciclo de cultivo, el planteamiento racional es regar cuando se vayan produciendo los déficits con las cantidades necesarias para compensarlos. Generalizando, los riegos deberán extenderse entre abril y octubre, con las diferencias lógicas entre años y regiones.

En riegos de gran eficiencia, como son los localizados y el sistema gota a gota, en particular aplicado en zona sombreada, las mejores respuestas vegetativas y productivas se han conseguido aplicando entre el 45 y el 65 % de la ETP, deducida la pluviometría útil habida en la temporada de riego. Puede recomendarse un coeficiente de cultivo de 0,50, que en la mayor parte de los casos ha dado un excelente resultado. Cuando los olivos están distanciados o el tamaño es reducido –la superficie cubierta por el cultivo no alcanza el 45 %– el Kc podría ajustarse aplicándole un factor de minoración (0,7 para el 25 % de cabida cubierta, 0,75 para el 30 %, 0,80 para el 35 % y 0,90 para el 40 %). La variación mensual del coeficiente de cultivo es muy reducida, según los estudios de Dettori (1987) que aplica, al olivar de Cerdeña, los métodos de FAO (Doorembos y Pruitt, 1977), con un intervalo de entre 0,5 y 0,6 para Kc, correspondiendo al verano los valores menores.

Cuando se utilicen para el riego sistemas de menor eficacia hidráulica que el goteo (aspersión, surcos, cuadrores, pozas, etc.), los volúmenes a aplicar deben tener en cuenta las pérdidas por evaporación y de infiltración en capas profundas.

Antes se ha mencionado la importancia de los riegos de socorro para el olivar, cuando los recursos hídricos son muy limitados en el tiempo. Es conveniente aplicar el agua hasta alcanzar la Capacidad de Campo en el espesor del terreno explorado por las raíces, siendo deseable que esta situación se mantenga en primavera avanzada. Los riegos de otoño ayudan a la maduración de la cosecha, bastando en muchos casos con aprovisionar en septiembre (aceituna de

CUADRO 9
RESPUESTA PRODUCTIVA DEL OLIVO A LOS RIEGOS DE SOCORRO
Plantación 12 x 12 m. Olivar adulto. cv Picual

Tratamientos	Producciones medias (1974-1984) kg/ha	
	Aceituna	Aceite
T. Sin riego	1.827	351
A. 100 mm (1 riego: invierno)	2.576	534
B. 200 mm (2 riegos: invierno, primavera)	2.569	511
C. 200 mm (2 riegos: invierno, otoño)	3.031	697
D. 300 mm (3 riegos: invierno, primavera, otoño)	3.241	715

Reserva útil del suelo, 200 mm. Riego por pozas.
ETP media anual, 950 mm.

Fuente: Estación de Olivicultura de Jaén, 1985.

mesa en verde) o en octubre, en espera de las lluvias de otoño. El riego de socorro debe afectar a la mayor superficie posible del terreno para alcanzar la máxima reserva de agua. El conocimiento de la Capacidad de Campo y el seguimiento del balance de humedad en el suelo son básicos para racionalizar estos riegos.

LA CALIDAD DEL AGUA DE RIEGO

En muchas regiones oleícolas se encuentran aguas cargadas de sales que, con las debidas precauciones, podrían ser utilizadas en el riego del olivo. Los problemas que puede ocasionar su aplicación hay que considerarlos desde el punto de vista de la planta y del suelo.

La tensión que debe vencer la planta para extraer el agua del suelo cuando se incorporan sales con el riego es Fm + Fo. La utilización de aguas salinas equivale a elevar la tensión de agua en el suelo, suponiendo una mayor dificultad para la extracción. La sal no se acumula en el terreno si es lavada por las lluvias y se cuenta con un sistema de drenaje eficaz. Aguas con salinidad moderada pueden ser empleadas siempre que exista drenaje, que el caudal sea superior al correspondiente a aguas dulces y contando con la resistencia del cultivo a estas condiciones adversas. La cantidad de sales que entren en el terreno con el riego, debe salir por el sistema de drenaje.

La calidad del agua se determina principalmente por los siguientes factores: cantidad total de sales solubles, concentración de sodio, en comparación con el calcio y el magnesio, concentración de bicarbonatos en relación con el calcio y el magnesio y concentración de boro. Los parámetros más utilizados para clasificar el agua de riego son: la conductividad eléctrica (CE) íntimamente ligada a la cantidad total de sales y la relación de absorción de sodio (SAR). Con estos parámetros el US Soil Salinity Laboratory ha establecido la clasificación de agua para el riego que aparece en la figura 27.

El olivo está considerado como planta tolerante a la salinidad, presentándose diferencias varietales. En un medio salino, el olivo disminuye su crecimiento y su producción. Soporta concentraciones de boro de 1 a 2 p.p.m. En Túnez (Bouaziz, 1989) se han utilizado aguas para el riego con CE = 4,9 dS/m y SAR = 7,5, clasificadas en el límite de los grupos C4-S2 y C4-S3, con un ligero efecto depresivo sobre las producciones de aceituna y una salinización del suelo que se ha estabilizado dentro de límites aceptables (figura 26).

FERTIRRIGACIÓN

La aplicación de los abonos con el riego localizado se conoce como fertirrigación. La localización en los puntos de humedad mejora la eficacia del abonado, estimándose que puede ser suficiente con la aplicación de entre una tercera parte y la mitad de unidades fertilizantes, en comparación con métodos tradicionales.

Para fijar el plan de fertirrigación es preciso determinar las necesidades del olivo a través de la extracción de cosechas, estado nutricional que puede ser analizado por diagnóstico foliar y épocas de mayores necesidades de cada uno de los nutrientes. Así se llegará a la cantidad de elementos fertilizantes que se deben aportar que, junto a las dosis de agua establecidas para el riego, permite cifrar las concentraciones (g/m^3) que deben de aplicarse en cada época. Como ejemplo puede citarse que Le Bourdellès (1977), en Córcega, establece la fertilización con un abono complejo de concentración 25, 5, 16 a razón de 40 kg/ha durante cada una de las 25 semanas comprendidas en el período marzo-agosto. La aportación total es de 1.000 kg/ha de abono con 250, 50, 160 kg/ha de principios fertilizantes. En Andalucía, para una plantación de 200 olivos por hectárea, podría recomendarse una aportación total de 150, 80, 100 kg/ha de N, P_2O_5 y K_2O, respectivamente.

El podador debe favorecer siempre una alta relación hoja/madera. Arriba olivo con poda de tijera, escaso follaje y ramas principales envejecidas. Abajo, olivos con más de cien años, con alta relación hoja/madera en los que se ha practicado durante decenios la poda de rejuvenecimiento continuado típica de Jaén, que contrasta con la foto superior.

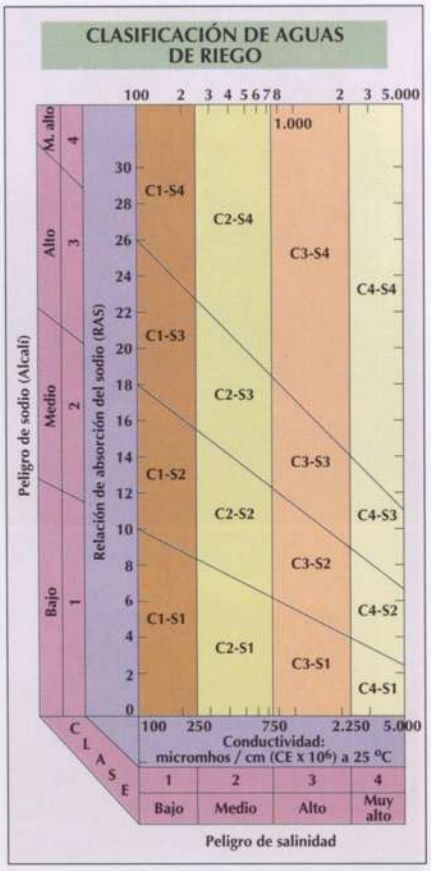


FIGURA 27. Clasificación de aguas de riego.

FORMAS DE CONDUCCIÓN Y PODA DEL OLIVO

PRINCIPIOS GENERALES DE LA PODA DEL OLIVO

Se entiende por poda la serie de operaciones realizadas sobre los árboles, por las que se modifica la forma natural de su vegetación, vigorizando o restringiendo el desarrollo de las ramas, con el fin de darles forma para conseguir su adaptación al medio productivo y alcanzar la mayor productividad.

La poda es necesaria para mantener el equilibrio entre las funciones vegetativa y reproductiva, haciendo compatible la máxima producción y vitalidad del árbol; acortando durante su juventud el período improductivo; alargando al máximo su período productivo y retrasando la decadencia, vejez y muerte del árbol.

La poda ha de adaptarse a las diversas fases de la vida del árbol. En el período improductivo, debe podarse con poca intensidad; en el período adulto, hacerlo ligeramente; y en el período de vejez es necesario rejuvenecer el olivo mediante podas intensas, pero espaciadas por lapsos de tiempo de reconstitución.

El mantenimiento de copas excesivamente compactas y formas esféricas no permite una buena utilización de la luz, ya que estas formas para un volumen de copa determinado proporcionan mínimas superficies de fructificación. Por el contrario, con podas que den lugar a árboles con las ramas muy extendidas, casi horizontales, la excesiva iluminación hace reaccionar al olivo obligándolo a la emisión continuada de «chupones» vigorosos, que ocasionan un despilfarro de savia elaborada y pérdida de producción.

Las actuaciones de poda realizadas a lo largo de la vida en un olivar deben equilibrar el crecimiento y la fructificación, no desvitalizar o envejecer prematuramente el árbol, ser de coste económico y tener en cuenta que el principal factor limitante de la productividad del cultivo es el agua.

Para determinar la intensidad de la poda, e incluso la realización o no de la misma en un determinado año, hay que tener en cuenta: a) la cuantía de las precipitaciones de agua de lluvia en el período otoño-invierno inmediatamente anterior a la realización de la poda; b) la cosecha del año precedente; c) el estado vegetativo de los árboles en el momento de realizar la poda; d) el destino de la cosecha (aceitunas de mesa o de almazara), y e) la densidad de plantación y el desarrollo de los árboles.

Cuando las disponibilidades de agua son limitadas (figura 28), el tipo de poda realizado puede tener una escasa incidencia sobre la producción (Ferreira,

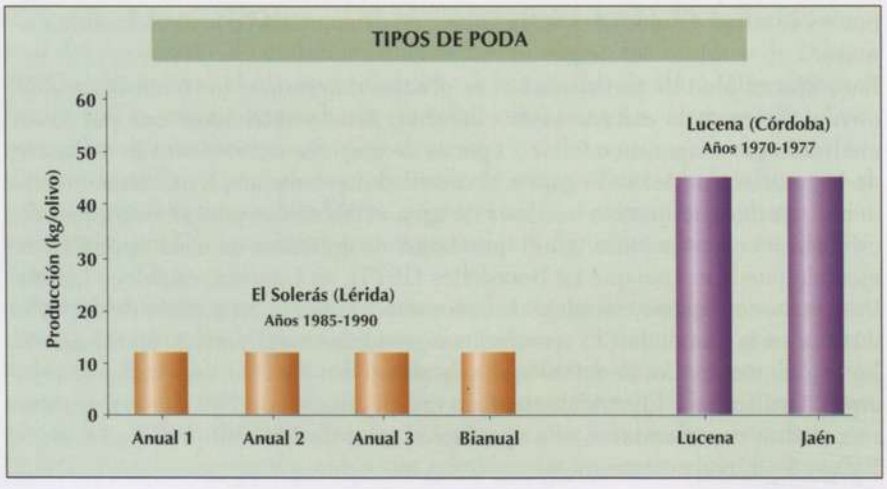


FIGURA 28. En condiciones de secano, en las que el agua es el principal factor limitante de la producción, el tipo de poda realizado puede tener escasa influencia sobre la producción a largo plazo del olivar. Es el caso de los dos ensayos de poda de producción que presentamos. (Fuente: Ferreira, 1979; Solé y Florensa, 1991).

FIGURA 29. En olivares que vegetan en medios productivos de calidad, buena pluviometría media y con amplios marcos de plantación, puede ser conveniente aumentar los períodos de tiempo transcurridos entre dos podas consecutivas. En el gráfico presentamos las producciones medias obtenidas en tres ensayos de larga duración realizados en olivares tradicionales adultos en Cabra (Córdoba), Cazorla (Jaén) y Mengíbar (Jaén). La poda bianual (tradicional) proporcionó menores producciones medias que la poda realizada cada tres o cada cuatro años.

1979; Solé y Florensa, 1991), siempre que no atente contra la anatomía y fisiología del árbol.

En ningún caso debe reducirse excesivamente el tamaño de las copas de los olivos mediante podas severas, en el supuesto de que se sucedan varios años de sequía, ya que la disminución progresiva del volumen puede conducir a un descenso permanente del potencial productivo de la plantación, pues en los años de precipitaciones suficientes o abundantes, son las grandes cosechas las que hacen subir el nivel medio de la producción.

La poda del olivar se lleva a cabo tradicionalmente una vez finalizada la recolección, por lo que en zonas tradicionales suele hacerse durante los meses de enero a abril, aunque en lugares donde son frecuentes las heladas, debe evitarse su realización durante los meses del invierno.

Respecto al turno de poda, la bianual es muy común en olivar, aunque en olivos de aceituna de almazara y en los de aceituna de mesa con marcos amplios de plantación, no se ha podido demostrar que esto sea lo más conveniente. Ensayos realizados en Andalucía (figura 29) han mostrado en terrenos fértiles y con adecuada pluviometría, y en olivos no cargados de madera, que, en ciertos casos, puede ser conveniente ir a ciclos superiores, posiblemente cada tres años, sobre todo en olivar de almazara.

La vecería puede estar ocasionada por la tendencia del olivo a producir mayor número de frutos de los que luego podrá alimentar. Esto impide el normal crecimiento de los brotes portadores de la siguiente cosecha y favorece un deficiente estado nutritivo de los árboles después de la recolección. En los años en los que se prevé una producción excesiva, la poda debe limitar el número de yemas de flor mediante el adecuado aclareo de ramos fructíferos.

PODA DE FORMACIÓN DEL OLIVO

La poda de formación tiene por objeto construir el armazón o esqueleto compatible con el marco de plantación elegido, que ha de servir de soporte a los órganos vegetativos, así como a las cosechas durante la vida productiva del árbol. De la constitución de armazones adecuados dependerán las posibilidades futuras de mecanización integral del cultivo.

En la poda de formación es importante respetar la tendencia natural de esta especie y de cada variedad en particular. Morettini (1972) ha demostrado que, en olivar, son aconsejables las formas libres, dado que las formas obligadas retrasan la entrada en producción y reducen el potencial productivo de los árboles. Además, para obtenerlas es necesario realizar podas severas y minuciosas que tienen un alto coste y demandan gran cantidad de mano de obra especializada.

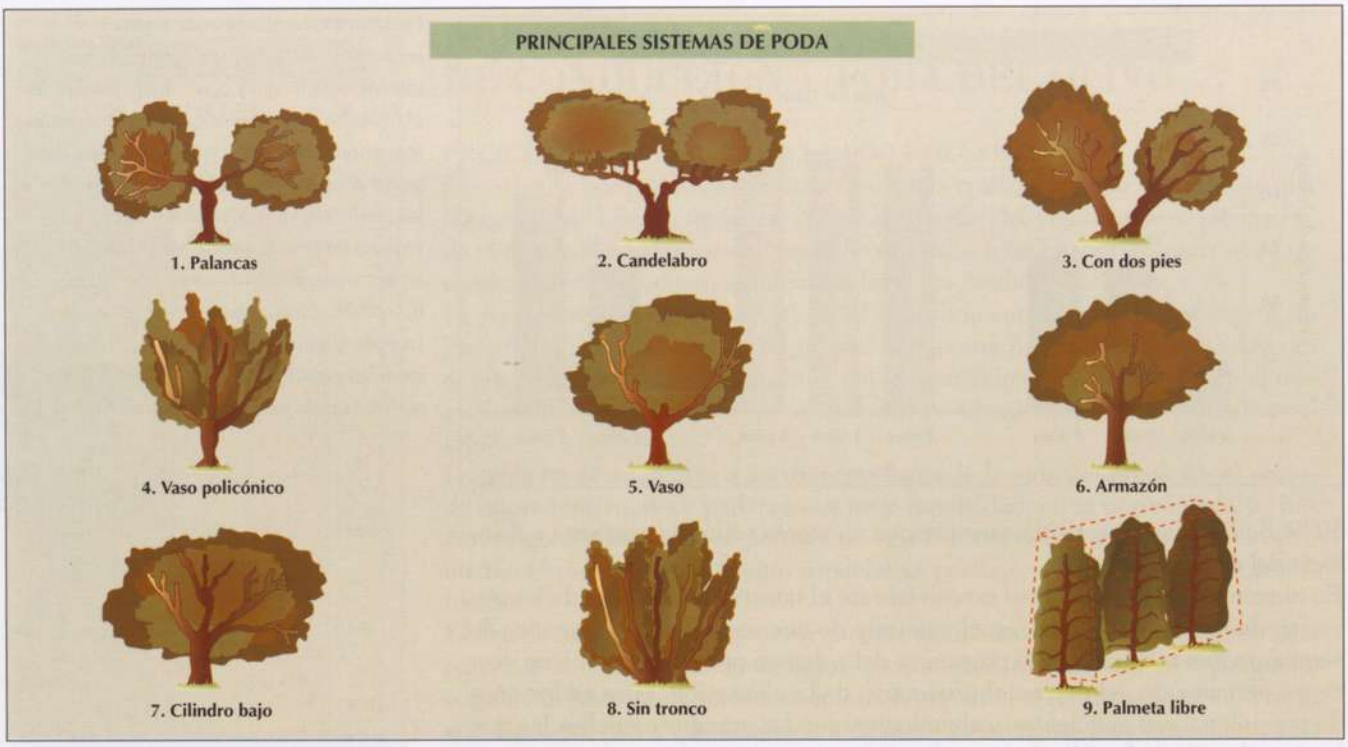


FIGURA 30. Principales sistemas de poda aplicados en olivar en diferentes regiones oleícolas (Pansiot y Rebour, 1961).
1. Formación con un tronco y dos ramas principales (palancas), sistema aplicado en la zona de Sevilla en olivares de aceituna de mesa. 2. De candelabro, poda en diversas zonas mediterráneas, como en el norte de Túnez, se poda con herramienta de mango muy largo, y desde el suelo. 3. Con dos pies, típica de Andalucía, conseguida partiendo de dos estacas de madera gruesa colocadas en un mismo hoyo de plantación. 4. Vaso policónico, muy empleado en Italia, método de Tonini y Roventini; cada una de las ramas principales forma un cono. 5. De vaso o en redondo (Provenza, Francia), vista en corte. 6. De armazón, conseguida por dicotomía. 7. De cilindro bajo (Sfax, Túnez); observar las faldas A y B de las ramas fructíferas. 8. Sin tronco, variedad Chetoui, Túnez, método Boglio. 9. Palmeta libre, Italia, modelo propuesto por Breviglieri.

Formación en plantaciones tradicionales

Los sistemas de poda de formación que se siguen en la olivicultura tradicional son muy conocidos por todos los olivareros, estando perfectamente descritos por diferentes autores (Roventini, 1936; Pansiot y Rebour, 1961; Cadahía Cicuéndez, 1972; Morettini, 1972; Loussert y Brousse, 1980; Fontanazza, 1984; Pastor y Humanes, 1989). En la figura 30 se reproducen esquemáticamente las principales formas dadas a los olivares en diferentes regiones oleícolas, según Pansiot y Rebour (1961), que recomiendan el empleo de las formas más sencillas, porque son las que mejor se adaptan a la tendencia natural de la especie, y las que proporcionan mayor producción y menores costes de poda. A estos sistemas de conducción hay que añadir la clásica formación con varios troncos, predominante en la olivicultura tradicional de Andalucía, formación denominada estaca o garrote en España (Ortega Nieto, 1969) y cespuglio en Italia (Morettini, 1972). Con este sistema de conducción se pretendió obtener un máximo volumen de copa en un corto período de tiempo, lo cual es muy importante en el caso de olivares plantados con amplios marcos de plantación, pero carece de interés en el caso de la nueva olivicultura intensiva.

Formación de plantaciones intensivas

Los sistemas de poda de formación aplicables a las plantaciones densas deben ser diferentes de los empleados en la olivicultura tradicional. Se procurará obtener formas que permitan un precoz y óptimo aprovechamiento del medio productivo y, en especial, de la radiación solar, que en plantaciones densas y cuando se alcanza el período adulto de la plantación puede ser el factor más limitante de la producción, dedido a los sombreamientos entre árboles.

La formación con un solo tronco es fundamental, ya que esta forma de conducción facilita el empleo de los vibradores de troncos, la transmisión del movimiento vibratorio y permite recolectar un mayor número de olivos por unidad de tiempo.

Por otro lado, los olivos de un solo tronco dan lugar a formas menos expandidas, con menor volumen de copa para una misma masa de hojas, lo cual es muy im-

portante en una plantacion densa, pues permite aprovechar mejor la luz y el espacio disponible. El modelo de árbol propuesto para la nueva olivicultura intensiva debe conseguirse a partir de una planta formada con un único tronco en vivero. La inserción de las ramas principales del olivo, no más de tres dispuestas escalonadamente, se sitúa entre 100 y 120 cm sobre el suelo, organizando a partir de ahí una estructura dicotómica que favorezca la formación de un vaso relativamente hueco en su interior, con crecimiento libre. Las ramas principales quedarán protegidas de la acción directa del sol por brotaciones de escaso vigor, mantenidas, con este objeto, en el interior de la copa.

A este tipo de árbol debe llegarse con un mínimo de intervenciones de poda, recomendándose el empleo de un tutor o soporte durante los tres primeros años de la vida del nuevo olivar, que permita mantener constantemente en posición vertical la yema terminal o guía. En los primeros años puede ser aconsejable realizar varias intervenciones de escasa intensidad, escalonadas a lo largo de la estación de crecimiento, en las que poco a poco se dará al árbol la forma deseada sin desequilibrar la relación hoja-raíz.

No es éste el único posible modelo de árbol. Fontanazza (1984) propone en Italia el modelo denominado monocono, forma libre en la que las ramas se disponen helicoidalmente y sin jerarquía alrededor de un único eje central, modelo al que también se llega con un escaso número de intervenciones de poda. Esta forma de conducción pretende aumentar la eficacia de los vibradores de troncos en el derribo de los frutos, aunque este punto no ha podido ser demostrado en la práctica (Proietti y col., 1991).

PODA DE PRODUCCIÓN

Una vez concluida la fase de formación de los olivos, si ésta ha sido correcta, es aconsejable intervenir con la poda lo mínimo imprescindible, sobre todo en las plantaciones con riego y en las de secano con buena pluviometría. Durante este período los olivos bien cultivados mantienen una relación hoja-madera alta, por lo que las intervenciones de poda tratarán de mejorar la iluminación dentro de la copa. Esto mejora la cantidad y calidad de los frutos producidos y facilita igualmente las operaciones de recolección.

El podador debe procurar que las ramas queden sombreadas, conservando el mayor número posible de hojas, intentando que éstas estén bien iluminadas.

Cuando el árbol envejece, la práctica de cortes que supriman determinadas ramas puede contribuir al rejuvenecimiento de la copa, pudiéndose mantener olivos centenarios con copa similar a la de olivos jóvenes. Puede apreciarse un corte de renovación en olivo de cv Picual, con los brotes emitidos por las yemas adventicias presentes en la madera vieja. Estos brotes sustituirán a las ramas eliminadas.

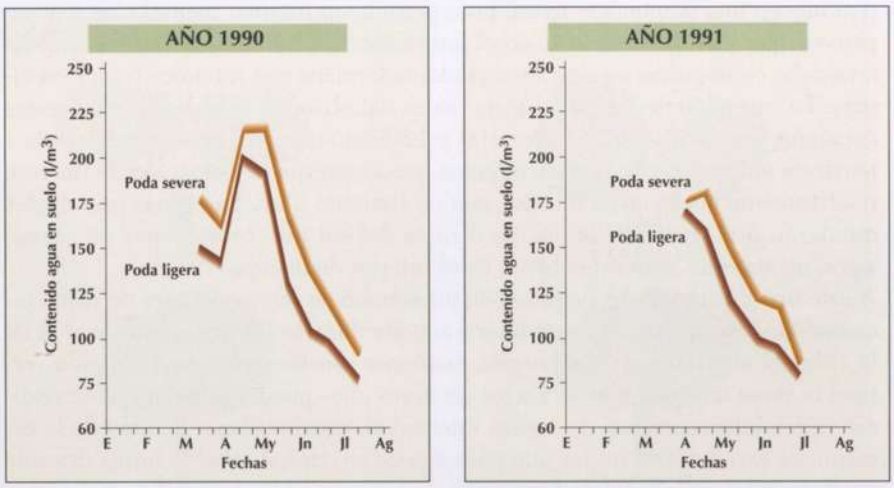


FIGURA 31. Evolución del contenido de agua en el suelo (0-80 cm) durante el período primavera-verano, en los años 1990 y 1991, en dos olivares sometidos a poda severa (volumen de copa 8.000 m³/ha) y poda ligera (10.500 m³/ha). Los árboles con poda menos severa consumieron el agua del suelo con mayor rapidez, disponiendo durante el verano de una menor cantidad de agua, lo que afectó al crecimiento del fruto y al proceso de formación de aceite.

La acción directa del sol sobre el tronco y las ramas principales acabará por quemarlos y envejecerlos prematuramente, reduciendo la vida productiva del olivar.

Es muy importante evitar que el tamaño de los olivos supere el volumen de copa óptimo productivo por hectárea que es capaz de mantener el medio en que vegeta la plantación. Un volumen excesivo incidiría negativamente sobre la calidad, regularidad y cuantía de las producciones como consecuencia de una deficiente iluminación y un excesivo y rápido consumo de agua del suelo (figura 31), ocasionando en verano, período crítico en el desarrollo del fruto, problemas de estrés hídrico. Esto puede dar lugar a un escaso crecimiento de las aceitunas y de los brotes, y a un deficiente estado nutricional de los árboles. En casos extremos, se llega a una caída masiva de frutos. En la mencionada figura 31 se ve que los olivos con poda severa, a los que se permitió un volumen de copa de 8.000 m³/ha, consumieron más lentamente al agua del suelo que los olivos con poda ligera, a los que se les permitió alcanzar un volumen de 10.500 m³/ha. En estos últimos, que a lo largo del verano dispusieron de menores cantidades de agua, se redujo el tamaño del fruto y su rendimiento graso, afectando negativamente a la correcta maduración de las aceitunas. Por tanto, es necesaria la vigilancia del correcto tamaño de los árboles, buscando con la poda un equilibrio entre crecimiento y fructificación. El marco de plantación desempeña un papel importante, porque los problemas de competencia se agudizan con una mayor densidad.

PODA DE RENOVACIÓN Y DE REGENERACIÓN

En el olivo, como en todo ser vivo, se produce un lento decaimiento a lo largo de su vida, por el que al final del período adulto empiezan a manifestarse síntomas de envejecimiento, volviéndose el árbol poco productivo.

Con la edad, y a veces por el envejecimiento prematuro que provoca unas condiciones desfavorables del medio, los olivos van acumulando madera, incluso cuando las podas de producción fueron correctas. Las producciones medias descienden y son más alternantes, a la vez que la calidad de las aceitunas empeora. El escaso crecimiento vegetativo de los brotes del año, las hojas pequeñas y de color verde poco intenso, e incluso la defoliación en ciertas ramas, indican al podador que una rama debe ser sustituida, por lo que debe comenzar el proceso de renovación total, escalonado y continuo de la copa.

El olivo tiene una gran cantidad de yemas latentes en la madera vieja que, en el momento en que sean necesarias y estimuladas debidamente por la poda, evolucionan como yemas de madera, produciendo ramas vigorosas, que con el tiempo, son capaces de regenerar el árbol. Precisamente en la capacidad de autorre-

generarse está basado el éxito de la poda de renovación empleada en Andalucía, en donde incluso los olivares centenarios muestran un buen estado vegetativo y productivo.

En la situación en que se encuentra el olivar de la cuenca del Mediterráneo, los sistemas de poda de renovación utilizables en la mayoría de los casos corresponden a los dos modelos presentados esquemáticamente en las figuras 32 y 33. El primero de ellos es válido para olivos adultos, relativamente jóvenes, que no presentan gran desarrollo, en los que todavía no existe una cantidad excesiva de madera. Este sistema se aplica con éxito en la gran mayoría del olivar andaluz. El segundo de los sistemas (Fontanazza, 1983), que se presenta esquemáticamente en la figura 33, se recomienda para gran número de zonas olivareras mediterráneas en las que existen olivos centenarios, con gran desarrollo, y en los que nunca se ha aplicado un sistema de poda de renovación de madera. Los árboles presentan una altura y volumen de copa desproporcionados con el potencial del medio productivo, y dan lugar a una relación hoja/madera muy baja, como consecuencia de la poda de ramas finas realizada en el ensayo. Cuando se aplique este sistema de regeneración, la primera intervención puede resultar excesivamente cruenta; sin embargo, es la única solución para poder revitalizar este tipo de olivar. Podas menos severas son bastante poco efectivas para lograr los fines perseguidos.

En las plantaciones intensivas puede aplicarse la poda mecánica. Los discos giratorios de la podadora producen cortes que posibilitan mantener la plantación dentro de unos volúmenes de copa deseados.

PODA MECÁNICA DEL OLIVAR

El sistema denominado poda mecánica es un método de poda que recibe su nombre debido a que los cortes se realizan con ayuda de una máquina podadora de discos rotativos montada sobre un tractor de media potencia, que se mueve a velocidad constante por el centro del espacio entre olivos y que básicamente realiza el tipo de trabajo indicado esquemáticamente en la figura 34, es decir cortes indiscriminados más o menos perpendiculares a la superficie del suelo (figura 34a), o más o menos paralelos a dicha superficie (figura 34b).

En los últimos quince años se han realizado varios ensayos proyectados a medio y largo plazo en diferentes tipos de olivar (Pastor y col., 1991), estudiándose las posibilidades de este método de poda, teniendo en cuenta que la falta de podadores cualificados es uno de los mayores problemas de la olivicultura actual.

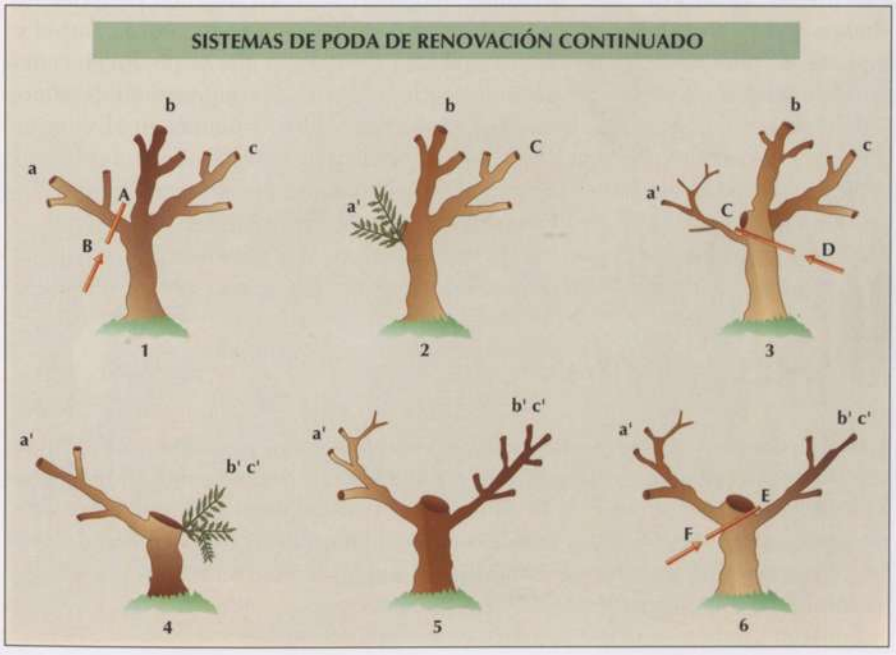


FIGURA 32. Esquema de sistema de poda de renovación continuado empleado en los olivares de Andalucía. En el esquema se presentan las diferentes fases seguidas desde que comienza el rejuvenecimiento (1), con la amputación de una de las ramas principales y posterior brotación como consecuencia del corte realizado (2), hasta que el árbol queda totalmente renovado (5), tras realizarse nuevas amputaciones (3) y producirse las correspondientes brotaciones (4). Hemos pasado de tener un árbol de 3 ramas a uno de 2 ramas, tras la renovación total de la copa. En (6) comienza un nuevo ciclo de rejuvenecimiento, que no cesará a lo largo de toda la vida productiva de este olivar (Pastor y Humanes, 1989).

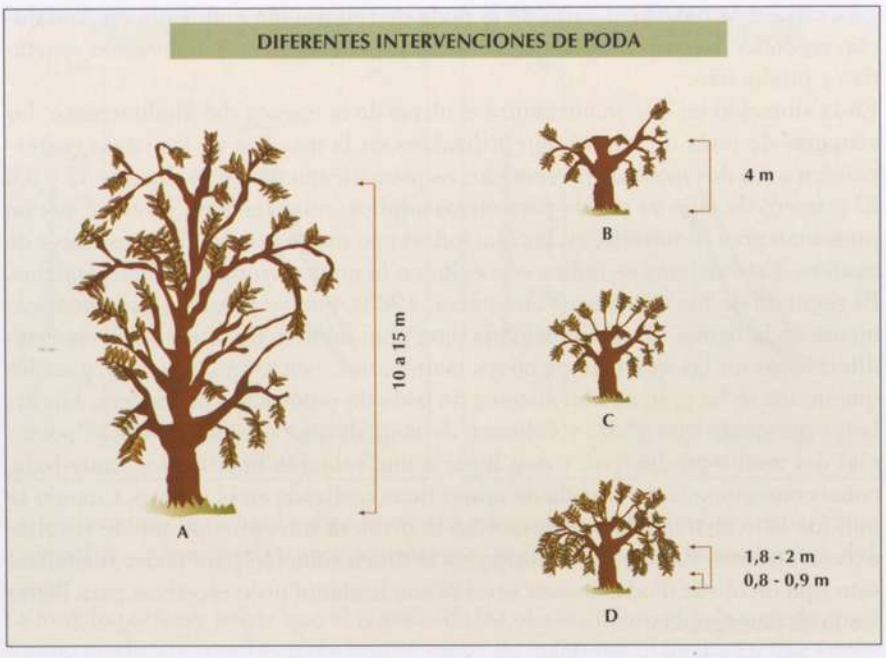


FIGURA 33. Esquema de las diferentes intervenciones de poda necesarias para el rejuvenecimiento de un olivo típico de las zonas cálidas mediterráneas, olivo que presenta una baja relación hoja-madera y una altura de copa excesiva, que dificulta la recolección de las aceitunas, así como la aplicación de cuidados culturales (A). Mediante una severísima intervención de poda (B), puede llegarse en un periodo de 4-5 años a obtener árboles rejuvenecidos y fáciles de explotar económicamente (D). Para ello es necesario seleccionar, 2 o 3 años después de la primera poda las ramas (C) que constituirán el nuevo esqueleto del olivo rejuvenecido (Fontanazza, 1983).

Los ensayos han mostrado en general unos resultados muy prometedores, sobre todo en olivar de regadío. Como ejemplo se dan los datos de un ensayo de trece años de duración (figura 35) realizado en Jaén (España), donde la producción media de los olivos podados mecánicamente ha superado las cosechas de los árboles en los que se ha podado manualmente en la forma habitual en la zona.
Los trabajos de investigación realizados (Pastor y col., 1991) nos permiten afirmar que el sistema de poda mecánica propuesto puede ser un método viable en las siguientes situaciones: a) en la poda de producción durante el período adulto-joven, como sustituto de la poda manual de producción; b) en olivares intensivos para adaptar su volumen de copa al óptimo productivo y para ampliar el espacio entre olivos hasta hacer posible el paso de la maquinaria, mejorando la aireación e iluminación, y c) en podas severas de rebaje para rejuvenecer olivares intensivos envejecidos debido a las altas producciones y al exceso de volumen.
Las intervenciones de poda mecánica deben ser severas, dejando períodos de tiempo de tres o cuatro años sin intervenir, para reconstituir de nuevo el árbol y aprovechar productivamente los crecimientos vegetativos que se producen como consecuencia de los cortes realizados con la máquina. Es imprescindible alternar la poda mecánica con elementales intervenciones manuales en el interior del árbol, aclareando la copa y evitando llegar a situaciones límite en las que el olivo puede acumular grandes cantidades de chupones, tocones y madera muerta, que hacen al árbol improductivo en tanto que no se eliminen.
Sin embargo, el sistema es poco viable en plantaciones adultas sometidas al proceso de rejuvenecimiento, debido al escaso poder de brotación de las ramas envejecidas.

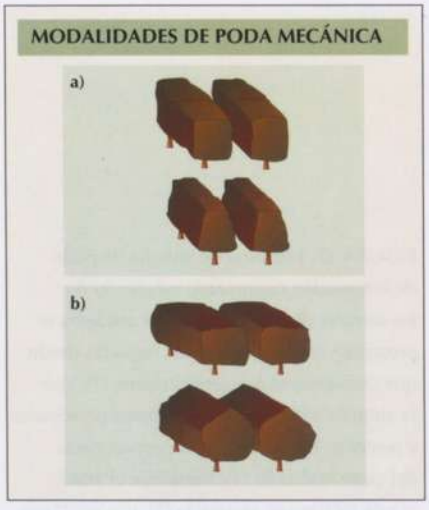


FIGURA 34. Modalidades de realización de los cortes de poda mecánica en olivar con ayuda de la podadora mecánica de discos. Cortes sobre las caras laterales del árbol, con mayor o menor inclinación (A), o cortes de rebaje en altura de la copa, paralelos a la superficie del suelo, o con una cierta inclinación para mejorar la iluminación (B).

LA RECOLECCIÓN

La recolección es una de las operaciones de mayor transcendencia en el cultivo del olivar porque una acertada elección de la forma y del momento de efectuarla influye en la cantidad y en la calidad de la cosecha del año, en el coste de producción y en las cosechas venideras. Son muchos los factores a considerar y hay que conjugarlos de forma armónica para obtener un resultado satisfactorio, encaminado a conseguir los objetivos siguientes:
– Los frutos deben contener la mayor cantidad de aceite.

– El aceite obtenido debe ser de la mejor calidad. En aceituna de mesa, la calidad del fruto estará en función de las exigencias del proceso tecnológico y, sobre todo, del tamaño.
– El olivo debe sufrir daños mínimos, de modo que no se perjudiquen las futuras cosechas.
– El coste global de la operación debe ser lo más reducido posible.

A veces hay que optar por una solución de compromiso que comparta la mayor parte de los objetivos propuestos.

CRITERIOS PARA LA ELECCIÓN DEL MOMENTO ÓPTIMO DE RECOLECCIÓN

Formación del aceite

El período en que se llega al máximo peso de aceite en los frutos puede ser identificado por algunos hechos fácilmente controlables:

– La coloración externa de las aceitunas. La desaparición de las aceitunas verdes y/o el máximo porcentaje de aceitunas en envero sitúa el momento.
– La coloración de la piel y la penetración del pigmento en la pulpa. Se han establecido algunos índices de madurez con arreglo a este criterio, entre ellos el propuesto por la Estación de Olivicultura de Jaén (Ministerio de Agricultura español, 1976).
– El seguimiento de la relación existente entre los pesos de aceite y de materia seca. Este parámetro evoluciona de forma similar al peso de aceite contenido en las aceitunas. Cada cultivar ofrece valores característicos que permiten conocer el estado de madurez de los frutos.
– El seguimiento directo del peso de aceite en un determinado número de aceitunas.

La calidad del aceite está relacionada con la composición de la fracción saponificable, que se modifica durante el período de madurez, y, sobre todo, de la fracción insaponificable, cuyos componentes dan valores máximos, o mínimos, cuando predominan las aceitunas en envero (Fiorino y Nizzi, 1991; Ben Salah y col., 1986; Uceda y Frías, 1985; Montedoro y Garofolo, 1984).

FIGURA 35. Evolución de las producciones obtenidas en un ensayo de poda realizado en Mengibar (Jaén) en un olivar adulto tradicional en el período 1981-1993 en el que se compara la poda manual tradicional bianual y la poda mecánica bianual realizada con podadora de discos, complementada a partir de 1988 con intervenciones manuales con motosierra, cada cuatro años, en las que se eliminan chupones y madera seca en el interior del árbol.

Recolección de aceituna a «vareo». Las aceitunas se derriban sobre mallas extendidas bajo los olivos para interceptar el fruto recogido.

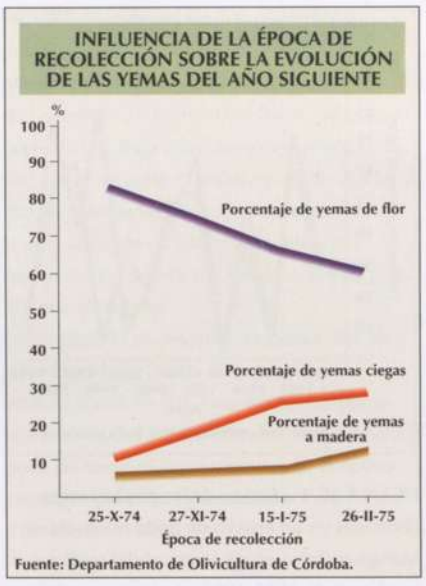


FIGURA 36. Influencia de la época de recolección sobre la evolución de las yemas del año siguiente.

Se configura un momento crítico de recolección (MCR) cuando en el olivo han desaparecido las aceitunas verdes y la mayor parte se encuentran en envero (Civantos y col., 1992).

Caída natural de las aceitunas

La caída natural es consecuencia de la madurez. Los distintos cultivares presentan un comportamiento específico, en el que influyen también las condiciones meteorológicas de cada campaña (Fiorino y col., 1975; Civantos, 1983).

La abscisión de los frutos se debe a la formación de una capa que se manifiesta al aproximarse la maduración. Se puede incidir artificialmente en un rápido desarrollo de esta capa con la aplicación de algunos productos químicos que liberan etileno (Alsol, Ethrel, etc.). Los productos abscisores reducen la fuerza de resistencia al desprendimiento (FRD) de las aceitunas, a la vez que producen un incremento de la caída de las hojas. El efecto del etileno en la defoliación se prolonga entre uno y tres meses después de la aplicación y causa interferencias en la diferenciación de yemas de flor, dando lugar a una reducida floración en la campaña siguiente (Lavee, 1976).

Conforme avanza la maduración, la FRD disminuye de forma natural existiendo una clara correlación con el aumento de la caída (Ministerio de Agricultura, España, 1976; Porras, 1987). Cuando se sobrepasa el MCR aumenta la probabilidad de que las aceitunas caigan al suelo con el consiguiente detrimento en la calidad de los aceites, de pérdidas de frutos y de encarecimiento de la recolección.

Influencia de la fecha de recolección en la producción de años sucesivos

El momento en que se realiza la recolección y el método empleado tienen repercusión en las producciones de los años siguientes según demuestra la experiencia oleícola y se ha puesto de manifiesto por numerosos investigadores. La recolección por vareo en épocas tempranas produce disminución de cosecha en las siguientes campañas; estos efectos negativos están muy relacionados con el peso de los ramos que se derriban (cuadro 10). En la recolección temprana, los olivos recolectados con vibrador dan en la campaña siguiente mayor producción que los recolectados por vareo (Humanes y col., 1977).

Cuando la recolección se retrasa apreciablemente con respecto al MCR, se producen otras interferencias en la fisiología del olivo, en la acumulación de reser-

CUADRO 10
INFLUENCIA DE LA ÉPOCA Y DE LOS MÉTODOS MANUALES DE RECOLECCIÓN EN LA COSECHA DE LAS SIGUIENTES CAMPAÑAS
Promedio de seis campañas (1972-1978). cv Picual

Tratamiento	Producción md. kg/ol	Ramones derribados kg/ol	Relación Ramón/aceituna %
Vareo (diciembre)	25,28 b	4,50 a	17,80
Vareo (enero)	30,11 a	4,85 a	16,11
Vareo (febrero)	31,81 a	4,20 a	13,20
Ordeño (diciembre)	31,56 a	1,95 b	6,18
Ordeño (enero)	29,12 a	1,35 b	4,64
Ordeño (febrero)	31,30 a	0,99 b	3,16

Los valores seguidos de letras diferentes difieren con significación estadística (5 %).
La recolección de diciembre se realiza dos semanas antes del MCR.
La recolección de enero es dos semanas después del MCR.
La recolección de febrero, seis semanas después del MCR.

Fuente: Civantos y col., 1992.

vas de nutrientes o en la diferenciación floral, con una importante reducción de yemas de flor (Herruzo y col., 1975) (figura 36), que se traduce en una merma de cosecha (Humanes y col., 1976), tal como indica el cuadro 11.

Después de analizar los principales aspectos que inciden en el momento de la recolección de aceitunas para aceite, todo parece indicar que, efectuada en el MCR, se consiguen la mayor parte de los efectos beneficiosos propuestos. Es conveniente no demorar la iniciación para que la mayor proporción de los frutos se recolecten en una época idónea y que no se retrase más allá del momento en que la caída de frutos al suelo empieza a ser notable, impidiendo obtener aceites de calidad.

CUADRO 11
INFLUENCIA DE LA ÉPOCA DE RECOLECCIÓN SOBRE LA PRODUCCIÓN DEL AÑO SIGUIENTE

Fecha de recolección	Producción 1976-1977 kg/olivo
5 noviembre 1975	33,8 A
10 diciembre 1975	34,0 A
13 enero 1976	36,0 A
27 abril 1976	5,7 B

Los valores seguidos por letras distintas difieren con significación estadística (5 %).

Fuente: Departamento de Olivicultura de Córdoba. Tomado de Humanes et al. 1977.

Época de recolección para la aceituna de mesa

Para las aceitunas en verde la recolección se efectúa cuando comienza a cambiar el color desde un verde hoja hacia un verde amarillento o ligeramente dorado. Debe concluir al comenzar a aparecer las manchas violáceas en el epicarpio. Si las aceitunas se van a tratar para ser consumidas en negro, la recolección puede extenderse hasta entrado el período de envero, antes de que se eleve el contenido en aceite o la pulpa pierda firmeza y, desde luego, antes del período de heladas. En las aceitunas que se recolectan y consumen en negro, la recolección debe comenzar cuando las aceitunas están completamente coloreadas entre violeta y negro azabache, sin que se ablanden por las heladas o por el avanzado estado de madurez.

MÉTODOS DE RECOLECCIÓN

Tradicionalmente la recolección de las aceitunas se ha hecho por métodos manuales. El coste de la mano de obra, la dificultad para disponer de la necesaria en la época adecuada en algunas regiones oleícolas, lo duro del trabajo o la oportunidad de realizarlo son algunas de las razones que han motivado la búsqueda de nuevos sistemas, generalmente por la vía de la mecanización. En el último lustro del siglo xx coexisten unos y otros métodos, siendo conveniente hacer una revisión de los más utilizados y de sus innovaciones.

Métodos manuales

• Cogida o derribo de las aceitunas del árbol

La cogida manual cuidadosa, conocida como «ordeño» es el método más antiguo y más inocuo para el árbol y para las aceitunas. Los obreros situados alrededor del olivo van desprendiendo las aceitunas sobre recipientes que portan ellos mismos o sobre mallas o redes colocadas en el suelo. Para alcanzar las partes

Detalle del cabezal de un vibrador multidireccional de troncos empleado en la recolección mecánica de la aceituna.

altas de los árboles los operarios utilizan escaleras. El trabajo es lento y lleva a un gasto elevado. Únicamente se utiliza este sistema con mano de obra barata o con aceitunas de gran calidad para mesa que puedan alcanzar un alto precio. Se mejoran los rendimientos con el uso de ciertos aparatos sencillos, tales como rodillos, peines, etc., o protegiendo las manos. La operación es más rápida, pero menos cuidadosa, aumentando los daños sobre el árbol y el fruto.

Tratando de mejorar los rendimientos del trabajo, se introdujo el sistema de «vareo», aceptado en muchas zonas por razones meramente económicas y de menor disponibilidad de mano de obra. Las aceitunas se derriban con la ayuda de una vara y el rendimiento duplica o triplica al del ordeño, en algunas zonas oleícolas, pero produce la caída de un considerable número de ramitas, sobre todo en épocas tempranas de madurez, por lo que se le culpa de favorecer la alternancia. Los daños en cultivares sensibles a *Pseudomonas savastanoi S.* facilitan la penetración de la enfermedad y pueden causar perjuicios importantes.

En algunas ocasiones se han tratado los olivos, antes del derribo o vareo, con productos favorecedores de la abscisión para disminuir daños y mejorar los rendimientos (Lavee, 1976; Fiorino y col., 1975; Herruzo y col., 1975; Panaro y Pasqualone, 1975; Housni, 1978; Martín, 1986), pero, como ya se ha hecho constar, la importante caída de hojas y el coste elevado ha reducido esta forma de actuar a poco más que a la investigación.

Las aceitunas derribadas con varas caen sobre mallas o redes extensas situadas bajo los árboles. Al coste del derribo hay que incrementar el correspondiente al movimiento de las mallas y de extracción del fruto. De todas formas, el método de vareo puede representar, en algunas zonas, un ahorro del 25 al 30 % comparado con el ordeño.

• Recogida de aceitunas caídas al suelo

Si la recolección se efectúa en un avanzado estado de madurez, puede haber una notable cantidad caída y ser necesaria la recogida del suelo. El rendimiento en la recogida es función de la densidad de fruto caído, de la naturaleza del terreno (topografía, pedregosidad, textura), de la cobertura de vegetación espontánea y de las labores realizadas. El rendimiento de la recogida sobre un suelo compactado y sin hierba puede cuadruplicar a la conseguida sobre un terreno asurcado y con hierba (figura 37).

Es conveniente hacer una preparación del suelo, compactando y eliminando la vegetación espontánea bajo los árboles, durante el período de recolección, con

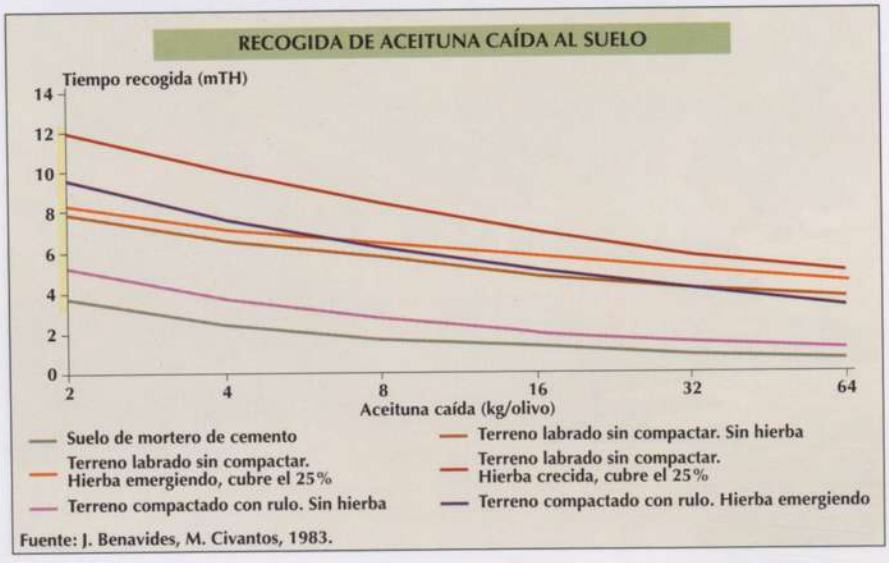


FIGURA 37. Recogida de la aceituna caída al suelo.

herbicidas de preemergencia o de postemergencia, según los casos, siempre debidamente elegidos para que resulten inocuos al olivo y sin perjuicios por la acumulación en el terreno. La aplicación de los herbicidas debe ser anterior a que los frutos caigan al suelo para evitar que puedan llevar residuos a la almazara (Valera y Costa, 1990). En terrenos bien preparados se pueden mejorar los rendimientos auxiliándose de algunos utensilios, tales como escobas, cepillos, rastrillos e incluso rodillos construidos con este fin. Las aceitunas recogidas por barrido tienen un intenso contacto con la tierra y van acompañadas por terrones y piedras, con efectos perjudiciales para la calidad de los aceites. Las aceitunas caídas al suelo dan aceites de peor calidad y deben ir a la almazara separadas de las del vuelo y procesadas aparte.

En algunas regiones oleícolas es costumbre esperar a que las aceitunas caigan de forma natural para hacer recogidas parciales. A fin de disminuir las pérdidas de calidad, se cubre el terreno con mallas ligeras para evitar el contacto del fruto con la tierra. Este método requiere una fuerte inversión para la adquisición del material de cobertura.

Métodos mecanizados

• Derribo de las aceitunas

La recolección manual de un olivo que no tenga aceituna caída exige un 55 % del tiempo para el derribo del fruto, por lo que desde el primer momento el mayor interés de la mecanización ha recaído sobre el derribo, tomando como modelo los sistemas empleados en otros frutos, siempre de mayor tamaño.

Los vibradores han ido evolucionando desde el modelo de cable, a los de inercia, perfeccionándose el trabajo con el vibrador multidireccional. En éstos, la vibración está generada por el giro de dos masas excéntricas. La composición de fuerzas varía en cada instante dando lugar a una resultante que cambia de módulo y dirección, traduciéndose en una mayor eficacia en el derribo al variar la solicitación del árbol.

Un vibrador multidireccional consta de los elementos siguientes: vehículo de transporte (autopropulsado o montado sobre tractor); anclaje sobre el vehículo; brazos para la elevación y el descenso; sistema de soporte del cabezal vibratorio; cabezal vibratorio con carcasa; sistema de transmisión de potencia; pinza con dispositivo de agarre y mecanismos de apertura y cierre, así como poleas y contrapesos que generan la vibración.

El movimiento del vibrador está a cargo de un equipo hidráulico constituido esencialmente por depósito para el aceite, filtro, bomba hidráulica accionada

Para la correcta mecanización de la recolección de aceituna es importante que los olivos estén formados a un solo tronco, lo que aumenta el rendimiento de los vibradores, única máquina capaz de resolver, por el momento, el problema del derribo de las aceitunas. Olivo del cv Galego (Portugal).

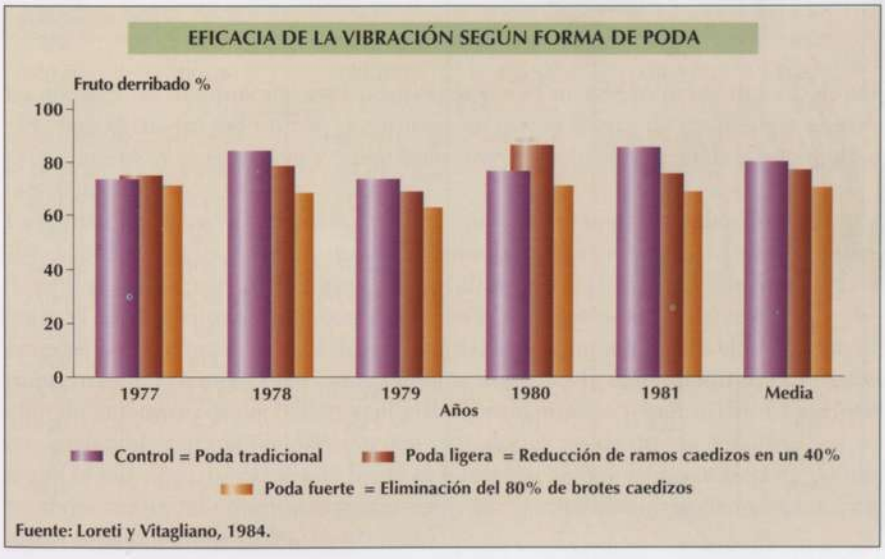


FIGURA 38. Eficacia de la vibración según forma de poda.
Control: Poda tradicional.
Poda ligera: Reducción de ramos caedizos en un 40 %.
Poda fuerte: Eliminación del 80 % de brotes caedizos.

CUADRO 12
DERRIBO CON VIBRADOR. INFLUENCIA EN LA EFICACIA
cv Chemlali

Producción kg/olivo	Derribo %
111,3	81,33
111,0	83,39
96,6	89,53
58,3	94,34
56,9	89,20
51,4	95,76
36,00	87,81
32,66	84,94
22,00	91,90
20,00	92,00
14,00	92,20

Fuente: Ouksili y Hamadouche, 1978.

por el motor alternativo, que envía el líquido a presión hacia los distribuidores y hacia el motor hidráulico que transmite el giro a los contrapesos originarios de la vibración. Las características de la vibración dependen del sistema hidráulico (Porras, 1987).

La aceituna cae cuando le llega una aceleración que supera la relación fuerza de resistencia al desprendimiento/masa de la aceituna. Una potencia insuficiente en el vibrador para producir la aceleración adecuada puede causar la rotura del pedúnculo por fatiga del material, y derribar ramillas y hojas. La trasmisión de la vibración desde el cabezal hasta el fruto está dificultada por fuerzas de amortiguación de carácter interno (estructura del olivo) y externo (roce con el aire), por la frecuencia natural del fruto y del pedúnculo, y por las características de la madera. Un grado de humedad alto aumenta las fuerzas de amortiguamiento, a la vez que la resistencia de la corteza disminuye, por lo que los daños ocasionados en el punto de agarre pueden ser grandes (Martin, 1986).

Los vibradores de troncos y/o ramas, y sobre todo los multidireccionales, son los que mejores resultados dan y los que han tenido mayor aceptación para la aplicación práctica, aunque no por ello dejan de presentar algunos aspectos negativos (Porras, 1987), que se están superando por las investigaciones en curso y las mejoras que introducen los talleres de fabricación. Existe una tendencia a diseñar vibradores con cabezales ligeros que se pueden montar sobre tractores agrícolas normales de 40-60 CV, y se vuelve a la vibración en una sola dirección en olivos con troncos de menor diámetro. La construcción se simplifica y resultan menos costosos (Almirante, 1981). Otra orientación es el montaje en los vibradores de nuevos circuitos hidráulicos provistos de acumulador hidroneumático de energía, capaces de originar durante la vibración el mismo efecto producido por altas potencias, sin que sea preciso instalar motores alternativos de más de 50 CV.

Son numerosos los seguimientos del trabajo de los vibradores comerciales en todos los países olivareros con resultados variables, porque también lo han sido las condiciones de los olivos en que se han llevado a cabo los trabajos (cuadros 12, 13, 14 y figura 38).

CUADRO 13
SEGUIMIENTO DE RECOLECCIÓN DE ACEITUNAS CON VIBRADORES DE TRONCOS
Provincia de Jaén (España). cv Picual. Vibrador Omi. Campaña de 1973

Concepto	Cortinas	Almedina	Uribe	Casarejo	C. Estepa	S. Rafael	La Encina	Laguna
Producción kg/ol	37,16	28,61	39,9	20,41	44,03	58,48	31,98	42,52
Nº troncos/olivo	1,4	2,8	2,3	1,5	2,7	2,3	2,1	2,9
Nº olivos recolect	1.386	369	1.340	1.276	603	262	251	695
Kg vibrados	41.109	7.714	27.603	19.482	17.616	8.250	4.290	26.059
Nº de días	8	5	11	7	7	3	3	6
Horas totales	39h 10m	27h 16m	48h 29m	32h 42m	32h 51m	10h 10m	12h 25m	28h 07m
Horas/día	4h 54	4h 27	4h 24	4h 40	4h 41	3h 33	4h 08	4h 41
Olivos/día	174	73,8	121,8	182,2	86,1	87,3	117	115,8
Troncos/día	236	207	276	270	235	198	250	267
Kg/día	5.139	1.543	2.509	2.785	2.617	2.750	1.430	4.360
Olivos/h	35,4	13,5	27,7	39,1	18,4	25,8	28,2	24,7
Troncos/h	48	38	63	58	5a0	59	60	57
Kg/hora	1.050	283	272	418	536	812	346	929
Kg vibrados/olivo	29,7	20,9	20,6	15,3	29,2	31,5	12,2	37,6
Kg vibrados/tronco	21,8	7,4	9,1	10,3	10,7	13,9	5,7	16,4
Caída nat. suelo (%)	10,8	12,7	26,8	14,0	18,6	43,2	61,4	28,0
Eficacia vibrado (%)	89,5	81,9	70,6	87,3	81,6	94,8	99,1	91,6

Fuente: Civantos y col., 1973.

CUADRO 14
CARACTERÍSTICAS DE LOS ÁRBOLES, TIEMPOS DE TRABAJO Y PRODUCTIVIDAD DEL EQUIPO EN LA RECOLECCIÓN MECÁNICA DE ACEITUNA

		Andria (Bari)		Veglie (Lecce)	
Cultivar		Coratina		Ogliarola	
Edad		80 años		40 años	
Marco de plantación		11x11 m		14x14 m	
Tronco					
– Altura	cm	116		133	
– Diámetro	cm	32		29	
Copa					
– Altura	cm	448		355	
– Diámetro	cm	451		512	
– Volumen	m3	71		73	
Producción	kg/arb	39,8		56,0	
Peso medio fruto	g	2,30	2,20	1,14	1,15
Fuerza desprendimiento	N	4,8	6.0	6,6	7,5
Fuerza/peso	N/g	2,1	2,7	5,8	6,6

		Andria (Bari)		Veglie (Lecce)	
Vibrador usado		Cecma redes	y SR12	Cecma redes	y SR12
Mano de obra					
– Con vibrador	nº	1	1	1	1
– Con redes	nº	4	0	10	0
– Total	nº	5	1	11	1
Eficacia recol.	%	73,5	55,4	54,0	63,0
Tiempo total trabajo:					
– Equipo vibrador	min/100 Olivos	122,4	336,4	126,0	445,3
– Equipo redes	min/100 Olivos	240,8	0	183,2	0
Tiempo operativo	min/arb	2,4	3,4	1,8	4,4
Productividad del	arb/h	5,0	17,8	3,0	13,5
equipo por persona	Kgr/h	146,3	392,5	90,7	476,3

Fuente: Giametta, 1984.

CUADRO 15
EFICACIA DEL VIBRADO DE ACEITUNAS SEGÚN ÉPOCAS
Campaña 1975-1976. Cultivar Hojiblanco

Fecha de recolección	Producción kg/olivo	Eficacia del vibrado %	Caída natural %	Fruto recolectado por vibración %	Resistencia al desprendimiento g	Tiempo de vibrado sg/tronco
5-11-75.						
Aceituna verde	59,3 B	88,84 A		88,84 A	682 B	8,6 c C D
10-12-75.						
Aceituna envero	64,3 B	92,21 A		92,21 A	553 A	9,2 c C
13-1-76.						
Aceituna negra	62,9 B	90,66 A		90,66 A	676 B	7,6 b D
27-4-76.						
Aceituna negra	81,0 A	91,70 A	40,19	54,84 B	305 C	5,5 a A

Los valores seguidos por letras distintas difieren con significación estadística: mayúsculas 1 %; minúsculas 5 %.

Fuente: Humanes y col., 1977.

La eficacia de la vibración está favorecida por el menor volumen del árbol, por el menor diámetro del tronco, por frutos con menor fuerza de resistencia al desprendimiento y mayor peso y sobre todo por una relación de ambos parámetros más baja.

La formación a un solo tronco, la inserción de ramas principales en el tronco con ángulos agudos y podas que favorecen las ramas erectas, y frutos con pedúnculos cortos, son otros aspectos favorables. Cuanta más coincidencia exista entre el olivo a vibrar y el modelo establecido, mejores serán los resultados esperados de la vibración. La eficacia del derribo aumenta desde el MCR con el transcurso del tiempo, pero como también aumenta la caída natural, la proporción de aceituna recolectada con el vibrador disminuye (cuadro 15). El período recomendable para la recolección con vibrador va desde que la aceituna ha formado la mayor parte del aceite hasta el momento en que se acentúa la caída natural del fruto y, aunque varía según cultivares y condiciones meteorológicas, en pocas ocasiones supera los 45-60 días.

CUADRO 16
PRODUCTIVIDAD DE LA BARREDORA MECÁNICA Y DEL BARRIDO MANUAL

		Barredora mecánica	Barrido manual
Equipo utilizado		Barredora Majocchi (1 operario)	Escobas metálicas (3 operarios)
Productividad del trabajo por operario	Olivos/h	32,89	7,91
	100 kg/h	6,51	1,57
Tiempo de trabajo por operario	min/100 kg	9,2	38,10

Fuente: Giametta, 1984.

• Recepción del fruto

En la mayor parte de los casos el uso de vibrador para el derribo de las aceitunas se combina con el empleo de redes móviles bajo los árboles, tal como se ha descrito en el sistema manual. El equipo puede estar constituido por 7-9 personas. La mecanización de la recepción del fruto se puede conseguir con:

– Vibradores que incorporan un bastidor metálico con red en forma de paraguas invertido, que es desplegada alrededor del árbol de forma que las aceitunas derribadas caen en el interior.
– Uso de un plano inclinado receptor, montado sobre tractor independiente que conduce el fruto derribado hasta la tolva de acumulación.
– Uso de remolques con ejes laterales en los que se sitúan redes que son desplegadas por los operarios y enrolladas mediante la toma de fuerza del tractor.

• Recogida mecánica del fruto caído al suelo

La recogida mecánica de las aceitunas caídas al suelo requiere la preparación esmerada del terreno en la zona de actuación. Las máquinas de recogida responden a alguno de los siguientes tipos:

– Máquinas barredoras que dejan las aceitunas alineadas o amontonadas en el suelo para la posterior recogida manual o mecánica. El cuadro 16 muestra una mejora de productividad en comparación con la recogida manual.
– Máquinas sopladoras que barren y amontonan las aceitunas caídas y dispersas, con la aplicación de corrientes tangenciales de aire, hasta formar un cordón. Unas veces son pequeños utensilios de mochila y otras veces máquinas autopropulsadas.
– Máquinas recogedoras aspiradoras para aceitunas previamente amontonadas o situadas en hileras. También existen otras basadas en dos rodillos que giran en sentido contrario, o en un molinete con cerdas, que imprimen al fruto un impulso que lo eleva sobre un transportador.
– Recogedoras-cargadoras que efectúan más de una de las operaciones enunciadas, el barrido y la aspiración o el barrido y la recogida, dejando los frutos en depósitos o tolvas tras una primera limpieza.

• Limpieza y lavado por medios mecánicos

El método de recolección determina en parte el tratamiento de limpieza para que las aceitunas lleguen a la almazara en condiciones de ser correctamente procesadas. Cuando las aceitunas proceden del árbol y se recogen en redes, las materias extrañas están formadas principalmente por hojas y brotes. Será suficiente utilizar algunas de las limpiadoras que se ofrecen en el mercado, desde las pequeñas accionadas por la toma de fuerza de un tractor y que se llevan al campo hasta grandes máquinas que se instalan en plantas fijas de limpieza. Las aceitunas que proceden del suelo deben someterse a lavado porque contienen un alto grado de impurezas; además, los esfuerzos y roces a los que se ven

CUADRO 17
RECOLECCIÓN DE ACEITUNA DE MESA CON VIBRADOR
Proporción de frutos dañados. cv Hojiblanco

Finca	Intervalo entre recolección y comienzo del procesado			Recogida manual del fruto
	1 h	6 h	24 h	mismo día
La Isla	21,6	37,5	55,2	18,3
Galeón	14,7	30,8	52,5	11,4
Cda Hermosa	8,7	21,6	35,1	12,4
Cerradillo	9,7	22,8	37,3	13,6
MEDIA	13,7	28,2	45,0	13,9

Fuente: Humanes y col., 1978.

sometidas dañan el epicarpio y permiten la entrada de estas impurezas hasta la pulpa, y la presencia de humedad en los terrenos, durante el período de recolección, facilita el embarrado. Las lavadoras separan las aceitunas de las materias extrañas por diferencia de densidad (incorporando cloruro sódico al agua) o por arrastre mediante una corriente de agua. Son máquinas complejas, por lo que se sitúan en plantas de lavado, siendo difícil desplazarlas al campo.

• Aspectos singulares de la recolección mecanizada en la aceituna de mesa

La recolección de las aceitunas verdes para mesa se diferencia en algunos aspectos notablemente de la que se emplea en la elaboración de aceite o de otras que se consumen negras. En la época en que se efectúa la recolección, la fuerza de resistencia al desprendimiento es elevada, por lo que la eficacia de los vibradores se reduce (Aggabio y col., 1989; Ouksili y Sadouni, 1986; Herruzo y col., 1977). Se ha ensayado la aplicación de productos favorecedores de la abscisión habiéndose conseguido elevar la eficacia (Ouksili y Sadouni, 1986), pero la defoliación es fuerte o han aparecido daños químicos en las aceitunas que permanecen tras el procesado (Herruzo y col., 1977), aspectos negativos que ponen en entredicho el uso de productos favorecedores de la abscisión, que también pueden dejar residuos en las aceitunas.

Por otra parte, el empleo del vibrador produce daños en las aceitunas por choques durante la vibración con otros frutos y ramas, o por golpes sobre el sistema de recepción y con la propia cabeza vibradora (Humanes y col., 1978; Aggabio y col., 1989).

Acortando el tiempo transcurrido entre la recolección y el inicio del procesado tecnológico con el tratamiento de hidróxido sódico, disminuyen los daños sobre las aceitunas derribadas con vibrador, igualándose a las recogidas a mano, siempre que se procesen inmediatamente (Humanes y col., 1978) (cuadro 17 y figura 39). Los daños de las aceitunas al chocar con las redes se aminoran cuando éstas se suspenden para que no toquen el suelo y también cuando se emplean sistemas de recepción acolchados o con bandas de desaceleración encima de la superficie del receptor (Agabbio y col., 1989; Humanes y col., 1979; Lombardo, 1990).

CONSERVACIÓN Y TRANSPORTE DE LAS ACEITUNAS

Una vez recogidas las aceitunas, deben ser transformadas a la mayor brevedad. El fruto recogido cada día debe entrar en la almazara en la misma jornada. Cualquier espera da lugar a la iniciación de procesos hidrolíticos, lipolíticos u oxidativos, que deterioran la calidad del aceite que se va a obtener, procesos que están favorecidos por el amontonamiento y la falta de aireación. La colocación de las aceitunas en cajas o en montones de espesor uniforme y reducido siempre es preferible a mantenerlas en sacos o montones de gran altura.

El oleicultor debe tener en cuenta que las aceitunas recogidas directamente de los árboles dan aceites de más calidad que la caída al suelo y recogida allí. Deben mantenerse separadas en el momento de la recolección y transportarlas a la almazara de forma diferenciada. Las aceitunas del suelo que llevan barro, o que lleven gran cantidad de piedras y de tierra, hay que lavarlas cuidadosamente lo antes posible.

También se debe facilitar la clasificación de las aceitunas a la entrada en la almazara: llevar separadamente aceitunas de diferentes variedades, o con diferentes grados de madurez; diferenciar aceitunas atacadas de plagas o de enfermedades de otras sanas; separar aceitunas muy golpeadas y magulladas de otras enteras (Civantos y col., 1992).

Para el transporte de las aceitunas desde el olivar hasta la almazara, se recomienda la colocación en cajas de material plástico, resistentes y lavables.

Aceitunas sucias, transportadas en vehículo, a su entrada a la planta de lavado y limpieza.

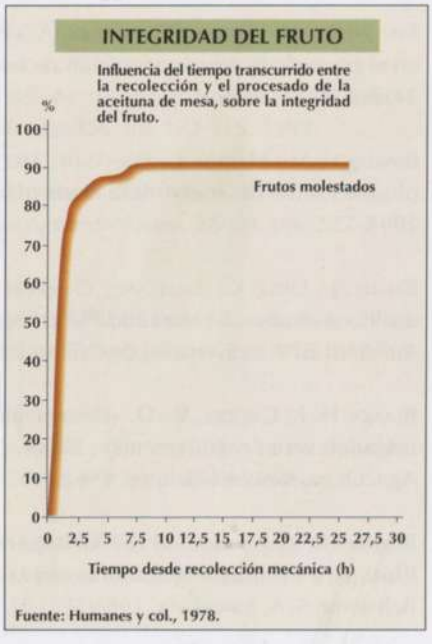


FIGURA 39. La proporción de aceitunas con daño aumenta con el tiempo transcurrido desde la recolección, con un máximo de cinco horas.

BIBLIOGRAFÍA

AGGABIO, M.; DETTORI, S.; PASCHINO, F.; SCHIRRA, M. «Recolección mecánica de aceitunas de mesa verdes mediante el empleo, en el olivar, de soluciones alcalinas». *Olivae* nº 26, pp. 33-35. 1989.

AGUILAR, M.; CRESPO, A.; HERMOSO, M.; JAPÓN, J.; NAVARRO, C.; NAVARRO, J.; REDÓN, M. «Consideraciones en torno a las necesidades hídricas de algunos cultivos y orientaciones para su riego». Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía. *Información Técnica,* nº 3, p. 34. 1984.

AMIRANTE, P. «Programa de la actividad investigadora desarrollada por el Instituto de Mecánica Agraria de Bari en el bienio 1981-1983». *Olea,* nº 14, pp. 12-20. 1981.

ANAGNOSTOPOULOS, P. T. *The olive growing in Greece.* Lampropoulos Publishers. Atenas, Grecia. 1930.

BALDINI, E. *Arboricultura general.* 380 pp. Ed. Mundi-Prensa. Madrid, 1992.

BARATTA, B.; CARUSO, T.; MOTISI, A. «Risultati di tre anni d'osservazioni sulla biologia fiorale della 'Nocellara del Bélice». *Rivista Ortoflorofrutticoltura Italiana,* 70, pp. 171-179. 1986.

BEN MECHLIA; HAMROUNI. «Alternative et production potentielle chez l'olivier irrigué. Seminaire sur l'olivier et autres plantes oleagineuses cultiveés en Tunisie». *Madhia,* julio, pp. 209-216. 1978.

BEN SALAH, A.; MARZOUK, B.; CHERIF, A. «Evolución de los lípidos en el curso de la sobremaduración de las aceitunas». *Olivae,* nº 14, pp. 14-17. 1986.

BENLLOCH, M.; MARTÍN, L.; FERNÁNDEZ ESCOBAR, R. «Salt tolerance of varius olive varieties». *Acta Horticulturae,* 356, pp. 215-217. 1994.

BEUTEL, J.; URIU, K.; LILLELAND, O. «Leaf analysis for California deciduous fruits». En: *Soil and Plants tissue testing in California. Bulletin* 1.879. Universidad de California. 1983.

BLANEY, H. F.; CRIDDLE, W. D. «Determining consumptive use and irrigation water requirements». *Techn. Bull.,* nº 1.275, 59 pp., Agricultural Research Service. 1962.

BLEVINS, R. L. «Idoneidad del suelo para el laboreo nulo». En: Phillips y Phillips, *Agricultura sin laboreo,* pp. 44-68. Ed. Bellaterra, S. A. Barcelona, 1986.

BOUAZIZ, E. «Behaviour of some olive varieties, irrigated with brackish water and grown intensively in the Central Part of Tunisia. Symposium on Olive Growing». *Córdoba,* sept. Resumen de 70 pp. 1989.

BOULD, «Leaf analysis of deciduous fruits». En: *Fruit nutrition,* Childers, N. F. (Ed.). Horticultural Publications. New Jersey, 1966.

CADAHÍA CICUENDEZ, P. *Plantación y poda del olivo.* Sindicato Nacional del Olivo. Enero 1972. Madrid, 1972.

CASTRO, J. «Control de la erosión en cultivos leñosos con cubiertas vegetales vivas». Tesis Doctoral. Departamento de Agronomía. Universidad de Córdoba. 1993.

CASTRO, J.; PASTOR, M., *Mejora de la infiltración en olivar mediante el empleo de cubiertas vivas de cereales.* III Simposio sobre el agua en Andalucía. Tomo II, pp. 61-71. 1991.

CIMATO, A.; MARRANCI, M.; TATTINI, M. «The use foliar fertilization to modify sinks competition and to increase yield in olive (Olea europaea cv Frantoio)». *Acta Horticulturae,* 286, pp. 175-178. 1990.

CIVANTOS, C. «Localización de los mecanismos de tolerancia a la salinidad en olivo (*Olea europea,* L.)». 88 pp. Universidad de Córdoba. 1994.

CIVANTOS, L. En: *Explotaciones Olivareras Colaboradoras: 2. Recolección.* pp. 39-44. Ministerio de Agricultura. Madrid, 1976.

CIVANTOS, L. En: *Red de Explotaciones Colaboradoras. Resultados de los ensayos; campaña 1980-81; Andalucía Oriental,* pp. 121-123. Ministerio de Agricultura. Madrid, 1983.

CIVANTOS, L.; CONTRERAS, R.; GRANA, R. *Obtención de aceite de oliva virgen de calidad.* 277 pp. Editorial Agrícola, Madrid, 1992.

CIVANTOS, L; TORRES, J. «Influencia del tamaño del tronco y del número de pies en la eficacia del derribo de aceituna con vibradores multidireccionales de troncos». II Seminario Oleícola Internacional. Comunicación. Córdoba, 1975.

CIVANTOS, M.; BENAVIDES, J. M. «Influencia de los sistemas de mantenimiento del suelo en los costes de recolección de aceitunas». En: *Explotaciones Olivareras Colaboradoras, nº 3 laboreo en olivar,* pp. 181-190. 2ª edic. Ministerio de Agricultura. Madrid, 1988.

CORDEIRO, A.; ALCANTARA, E.; BARRANCO, D. «Resistencia de las variedades de olivo a la clorosis férrica». *Agricultura,* pp. 746-767. 1994.

CRUZ CONDE, J.; FUENTES, M. «Riego por goteo del olivar: dosis de agua». *Olea,* nº 17, pp. 203-205. 1984.

CUEVAS, J. «Incompatibilidad polen-pistilo, procesos gaméticos y fructificación en cultivares de olivo (*Olea europea L.*)». Tesis Doctoral. Departamento de Agronomía. Universidad de Córdoba. 265 pp. 1992.

CHAUX, C. *Conclusions d'un étude sur l'autopollinisation des variétés d'olivier algeriennes.* Informations Oléicoles Internationales. Nouvelle Série 5, pp. 61-67. 1959.

DETTORI, S. «Estimación con los métodos de la FAO de las necesidades de riego de los cultivos de aceitunas de mesa en Cerdeña». *Olivae,* nº 17, pp. 30-35. 1987.

DOMÍNGUEZ VIVANCOS, A. *Fertirrigación,* pp. 150-153. Ed. Mundi-Prensa. Madrid, 1993.

DOOREMBOS, J.; KASSAM, A. H. «Yield response to water. Irrigation and drainage». *Paper,* 33. FAO. Roma, 1979.

DOOREMBOS, J.; PRUITT, W. O. «Crop water requeriments. Irrigation and drainage». *Paper,* 24. FAO. Roma,1977.

EL AMAMI, S. «Comportamiento del olivo regado con agua dulce y salada». pp. 97-99. II Seminario Oleícola Internacional. Córdoba, octubre de 1975.

FERNÁNDEZ BOLAÑOS, P.; FRÍAS, L. «Autofertilidad y autoesterilidad del olivo». *Agricultura,* 443, pp. 150-151. 1969.

FERNÁNDEZ ESCOBAR, R. «Fertilización del olivar». En: *Olivicultura. Jornadas Técnicas,* pp. 55-64. Fundación La Caixa. Barcelona, 1993.

FERNÁNDEZ ESCOBAR, R; GARCÍA BARRAGÁN, T; BENLLOCH, M. «Estado nutritivo de las plantaciones de olivar en la provincia de Granada». *ITEA,* 90 V, nº 1, pp. 39-49. 1994.

FERNÁNDEZ ESCOBAR, R.; GÓMEZ VALLEDOR, G. «Cross-pollination in 'Gordal Sevillana' olives». *Hortscience,* 20 (2), pp. 191-192. 1985.

FERNÁNDEZ ESCOBAR, R.; RALLO, L. «Influencia de la polinización cruzada en el cuajado de frutos de olivo (*Olea europaea L.*)». *ITEA,* 45, pp. 51-58. 1981.

FERREIRA, J. «Poda». En: *Explotaciones Olivareras Colaboradoras* nº 5. Ministerio de Agricutura. Madrid, 1979.

FERREIRA, J. «Resultados de los ensayos de fertilización en olivar». *Olea,* junio-1984, pp. 11-28. 1984.

FERREIRA, J.; GARCÍA-ORTIZ, A.; FRÍAS, L.; FERNÁNDEZ, A. «Los nutrientes N, P, K en la fertilización del olivar». *Olea,* 17, pp. 141-152. 1986.

FERREIRA, J.; PASTOR, M.; MAGALLANES, M. «Ensayos de fertilización foliar nitrogenada en el olivo». *Séminaire sur l'olivier et autres plantes oléagineuses cultivées en Tunisie.* Mahdia, pp. 93-100. 1978.

FIORINO, P.; LOMBARDO, N.; SETTINERI, D.; CILIBERTI, A. «La maturation des olives; évolution simultanée d'un certain nombre de facteurs». II Seminario Oleícola Internacional. Comunicación. Córdoba, 1975.

FIORINO, P.; NIZZI GRIFI, F. «Maduración de las aceitunas y variaciones de algunos componentes del aceite». *Olivae,* nº 35, pp. 25-34. 1991.

FONTANAZZA, G. «Miglioramento tecnico-produttivo dell'Olivicoltura Ligure». *Riv. Riviera dei Fiori,* 7/10, pp. 23-30. 1983.

FONTANAZZA, G. *Allevamento e potatura dell'olivo.* Ed. Universale Edagricole. Bologna. 1984.

FONTANAZZA, G.; BALDONI, L.; CORONA, C. «Osservazioni sull'impiego di portinnesti clonali negli olivi 'Ascolana tenera' e 'Giarraffa'». *Frutticoltura,* 11, pp. 65-69. 1992.

FREEMAN, M.; URIU, K.; HARTMANN, H. T. «Diagnosing and correcting nutrient problems». En: FERGUSON, L.; SILBERT,G. S.; MARTIN, G. C., *Olive Production Manual.* University of California. Division of Agriculture and Resources. Publ. 3353, pp. 77-86. Oakland, California, 1994.

GARCÍA, A.; FERREIRA, J.; FRÍAS, L.; FERNÁNDEZ, A. «Fertilidad de las variedades de olivo españolas». II Seminario Oleícola Internacional. Comunicación. Córdoba, 1975.

GIAMETTA, G. «Mecanización de la recolección. Maquinaria para la recolección de aceitunas del árbol y del suelo». *Olivae,* nº 13, pp. 10-23. 1984.

GOLDHAMER, D. A.; DUNAI, J.; FERGUSON, L. «Water use requeriments of Manzanillo olives response to sustained deficit irrigation». *Acta Horticulturae,* 356, pp. 172-175. 1993.

GRAS, R.; TROCME, S. «Un essai d'entretien de sol en verger du pommiers». *Annales Agronomiques,* 28 (3), pp. 227-259. 1977.

GRIGGS, W. H.; HARTMANN, H. T.; BRADLEY, M.; IWAKIRI, B. J. «Olive pollination in California». *Calif. Agric. Expe. Stan. Bull.* 869, 50 pp. 1975.

HARTMANN, H. T.; OPITZ, K. W.; BENTEL, J. A. «La producción oleícola en California». *Olivae,* nº 11, pp. 24-66. 1986.

HARTMANN, H. T.; SCHNATHORST, W. C.; WHISLER, J. E. « 'Oblonga'. A clonal olive rootstock resistant to verticilium wilt». *California Agriculture,* nº 6, pp. 12-15. 1971.

HERRUZO, B; HOLGADO, G; PASTOR, M. «Estudio del coste de recolección de aceituna empleando la máquina vibradora de troncos». II Seminario Oleícola Internacional. Comunicación. Córdoba, 1975.

HERRUZO, B.; PASTOR, M.; HOLGADO, G. «Resultados de tres años sobre recolección mecanizada de aceituna de mesa para aderezo al estilo sevillano». *Olea,* nº 5, pp. 72-87. 1977.

HERRUZO, B.; PASTOR, M.; HOLGADO, G. «Recolección mecánica de la aceituna; influencia de la época de recolección». II Seminario Oleícola Internacional. Comunicación. Córdoba, 1975.

HOUSNI, M. «Action des produits d'abcision sur les varietés d'olives tunisiennes». Seminaire sur l'olivier et autres plantes oléagineuses cultivées en Tunisie, *Madhia,* julio, pp. 269-274. 1978.

HUMANES, J.; HERRUZO, B.; PASTOR, M.; HOLGADO, G. «Recolección mecánica de aceituna: Influencia de la época de recogida». *Olea,* nº 6, pp. 40-57. 1977.

HUMANES, J.; HERRUZO, B.; PORRAS, A. «Recolección mecánica de aceituna de mesa variedad Manzanilla para su aderezo al estilo sevillano». *Olea,* nº 9, pp. 7-51. 1979.

HUMANES, J.; PASTOR, M.; MÁRQUEZ, J.; HERRUZO, B.; PORRAS, A. «Recolección mecanizada de aceituna de mesa para aderezo al estilo sevillano». Séminaire sur l'olivier et autres plantes oleagineuses cultivées en Tunisie, *Madhia,* julio, pp. 217-227. 1978.

HUTTER, W. «Fertilisation de l'olivier. Etat des recherches. Séminaire Oléicole National». Sfax (Túnez), 14 pp. 1970.

KECHAU, M.; TNANI «Effet de la fertilisation sur la production de l'olivier dans les conditions Sfaxiennes». Séminaire sur l'olivier et autres plantes oleagineuses cultivées en Tunisie. *Mahdia,* pp. 87-91. 1978.

KLEIN, I. «Olive research activities of the Institute of Horticulture Volcani Center-Israel. Meeting of Working Group on Production Techniques and Productivity». FAO. Comunicación. Perugia, 1993.

KLEIN, I.; WEINBAUM, S.A. «Foliar application of Urea to Olive: Translocation of Urea Nitrogen as Influenced by Sink Demand and Nitrogen Deficiency». *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 109 (3), pp. 356-360. 1984.

LAGUNA, A. «Estudio cuantitativo de la erosión del suelo». Tesis Doctoral. Departamento de Agronomía. Universidad de Córdoba. 1989.

LAKOUA, H. «Analyse statistique de la production de la variété Chemlali sous le climat de Sfax, Tunisie, Domaine du Chaal (1939-1973)». *Olea,* nº 4, pp. 28-42. 1976.

LAOUAR, S. «Séminaire sur l'olivier et autres plantes oléagineuses cultivées en Tunisie». *Madhia,* julio, pp. 105-116. 1978.

LAVEE, S. «Abcission studies of olive fruit; phisiologycal and horticultural aspects». *Olea,* nº 3, pp. 35-56. 1976.

LAVEE, S.; DATT, Z. «The necessity of cross-pollination for fruit set of 'Manzanillo' olives». *J. Hort. Sci.* 53 (4), pp. 261-266. 1978.

LAVEE, S.; HASKAL, A.; VODNER, M. « 'Barnea', a new olive cultivar from first breeding generation». *Olea,* nº 17, pp. 95-99. 1986.

LE BOURDELLÉS, J. «Irrigation par goutte à goutte en oléiculture; principes de la méthode, installations, fonctionnement». *Olea,* nº 5, pp. 31-49. 1977.

LE BOURDELLÉS, J. «Utilisation de l'eau en oléiculture. Etudes techniques d'irrigation. Tendences actuelles». *L'Olivier,* nº 5, pp. 126-130. 1980.

LE BOURDELLÉS, J; FAVREAU, P; DURAND, S. «Contrôles sous goutte à goutte et aspersion à la Station de Miglacciaro (Corse). Reunión de la Red Europea de Investigación Cooperativa en Oleicultura, en Lecce». Resumen en *Olea,* nº 15, pp. 20-42. 1983.

LOMBARDO, N. «Pruebas de recolección mecánica de aceitunas verdes. *Olivae,* nº 32, pp. 34-37. 1990.

LORETI, F; VITAGLIANO, C. «Research on pruning of mature olive trees to improve mechanical harvesting». *Olea,* nº 17, pp. 225-257. 1984.

LOUSSERT, R.; BROUSSE, G.; *El olivo.* Ed. Mundi-Prensa. Madrid, 1980.

MARTIN, G. «Recolección de aceituna en California, Estados Unidos de América». *Olivae,* nº 11, pp. 11-22. 1986.

MICHELAKIS, N; VOUGIOUCALOU, E. «Water used, root and top growth of olive trees for differents methods of irrigation and levels of soil water potential». *Olea,* nº 19, pp. 17-31. 1988.

MINISTERIO DE AGRICULTURA. *Explotaciones Olivareras Colaboradoras: 2. Recolección,* pp. 57, 18-27. Madrid, 1976.

MONTEDORO, G; GARAFOLO, L. «Caratteristiche qualitative degli oli vergini di oliva. Influenza di alcune variabili: varietá, ambiente, conservazione, estrazione, condizionamento del prodotto finito». *La Rivista Italiana delle Sostanze Grasse,* LXI, pp. 157-168. 1984.

MORETTINI, A. «Reestructuración económica de la oleicultura tradicional». Actas del Seminario Oleícola Internacional de Perusa-Spoleto, pp. 279-306. 1967.

MORETTINI, A. *Olivicoltura.* 595 pp. Ed. R.E.D.A. Roma, 1972.

NAVARRO, C.; FERNÁNDEZ-ESCOBAR, R.; BENLLOCH, M. «A low presure trunk-injection method for introducing chemicals formulations into olive trees». *J. Amer. Soc. Hort. Sci.,* 117 (2), pp. 357-360. 1992.

ORTEGA NIETO, J. M. *Valor fertilizante del nitrógeno mineral y orgánico, y sus relaciones con el agua, en el olivo.* Ministerio de Agricultura. Madrid, 1964.

ORTEGA NIETO, J. M. *La poda del olivo.* Ministerio de Agricultura. Dirección General de Agricultura. Madrid, 1969.

OUKSILI, A; HAMADOUCHE, A. «Recolte mécanique des oliviers en Algérie». Séminaire sur l'olivier et autres plantes oléagineuses cultivées en Tunisie, *Madhia,* julio, pp. 245-267. 1978.

OUKSILI, A; SADOUNI, A. «La mecanización para la recogida de aceitunas en Argelia». *Olivae,* nº 12, pp. 34-42. 1986.

PANARO, V; PASQUALONE, S. «Ulteriori ricerche sull'efficacia di alcune sostanze chimiche pro cascola sulla raccolta meccanica delle olive». II Seminario Oleícola Internacional. Comunicación. Córdoba, 1975.

PANSIOT, F. P.; REBOUR, H. *Mejoramiento del cultivo del olivo.* 251 pp. FAO, Roma, 1961.

PASTOR, M. «Efecto del no-laboreo en olivar sobre la infiltración de agua en el suelo». *Investigación Agraria, Prod. y Prot. Vegetales,* 4 (2), pp. 225-247. 1989.

PASTOR, M. «El no laboreo y otros sistemas de laboreo reducido en el cultivo del olivar». *Comunicaciones Agrarias.* Serie Producción Vegetal, nº 8. Junta de Andalucía, 1990.

PASTOR, M.; HUMANES, J. *Poda del olivo: moderna olivicultura.* 142 pp. Ed. Agrícola Española, S.A. Madrid, 1989.

PASTOR, M.; HUMANES, J. «Densidad de plantación en olivar de secano en Andalucía». En: *L'Olivicoltura Spagnola sulla vía del Rinovamento,* pp. 11-20. Accademia Nazionale dell'Olivo. Spoleto, 1991.

PASTOR, M.; VEGA, V.; HUMANES, J. *Poda mecánica del olivar en Andalucía. Máquinas y Tractores agrícolas,* pp. 31-40. 1991.

PENMAN, H. L. «The dependence of traspiration on weather and soil conditions». *J. Soil Sci.* (1), pp. 74-89. 1949.

PERICA, S.; ANDROULAKIS, I. I.; LOUPASSAKI, M. H. «Effect of summer application of nitrogen and potassium on mineral composition of olive leaves». *Acta Horticulturae,* nº 356, pp. 221-224. 1994.

PHILLIPS, S. H.; YOUNG. *Agricultura sin laboreo. Labranza cero,* pp. 52-53. Editorial Hemisferio Sur, S.R.L. Montevideo, 1979.

POLÍ, M. «La vecería del olivo (estudio bibliográfico)». *Olivae,* nº 10, pp. 11-33. 1986.

PORRAS, A. *Las máquinas para la recolección de aceituna. Principios y características.* Serie Monografías, nº 8. Consejería de Agricultura de la Junta de Andalucía, 119 pp. Sevilla, 1987.

PROIETTI, P.; FAMIANI, F.; TOMBESI, A. «The influence of some agronomic parameters on the efficiency of innovative vibration system used for mechanical harvesting». Resumen en *Olea,* nº 21, pp 48. 1991.

PSYLLAKIS, N. «Recherches de test pour l'aptitude des variétés d'olivier à la culture irriguée. Aplication aux variétés Koroneiki et Mastoidis». *Olea,* nº 2, pp. 53-76. 1975.

PSYLLAKIS, N.; MATHIOUDI, M.; METZIDAKIS, I.; MIKROS, L.; TSOMPANAKIS, I. «Influence de la densité de plantation sur la variéte d'olive a huille 'koroneki'». En FAO: *Séminaire International sur la culture intensive de l'olivier,* pp. 95-101. Marrakech, 1981.

RALLO, L.; CIDRAES, F. «Mejora vegetal del olivo», pp. 26-43, II Seminario Oleícola Internacional. Córdoba, 1975.

RECALDE, L.; CHAVES, M. «Fertilización», pp. 51-70. II Seminario Oleícola Internacional. Córdoba, 1975.

RIERA, F. J. «Polinización y fecundación en olivicultura», pp. 440-473 vol. I. Actas del Congreso Int. de Olivicultura. Ed. Sind. Ncnal. del Olivo. Sevilla, 1950.

ROMANO, E. «Necesidades hídricas e irrigación del olivo; resistencia a la salinidad», pp. 342-346. Seminario Oleícola Internacional de Perugia-Spoleto. 1967.

ROVENTINI, A. «La ricostituzione olivicola attraverso la potatura». *L'Italia Agrícola.* 1936 (7).

SAMISH, R.M.; SPIEGUEL, P. «L'influence de l'irrigation sur la croissance de l'olivier pour la production d'huile». *Inform. Oleic. Internat.* nº 34, pp. 53-63. 1966.

SBRANA, C.; VITAGLIANO, C. «Le endomicorrize vescicolo-arbuscolari nelle specie arboree da frutto». *Frutticoltura,* 3, pp. 61-66. 1990.

SCARAMUZZI, F. «Nuevos métodos de cultivo intensivo. Plantación, conducción y resultados económicos», pp. 318-341. Actas del Seminario Oleícola Internacional de Perugia-Spoleto. 1967.

SIBBETT, G. S.; POLITO, V. S.; FREEMAN, M.; FERGUSON, L. «Effects of supplementally applied Sevillano pollen on percentage of seed and parthenocarpic Manzanillo olive fruits». XXIII Int. Hort. Congress. Florencia, 1990.

SOLÉ, M. A.; FLORENSA, M. «Ensayo de 4 sistemas de poda de producción en olivar (cv Arbequina) en las Garrigas». 8ª Consulta

de la Red Europea de Investigación en Olivicultura, FAO: Bornova, Izmir, Turquía. 10-13 sept. 1991. Resumen en *Olea,* nº 21. 1991.

SUÁREZ, M. P.; FERNÁNDEZ ESCOBAR, R.; RALLO, L. «Competition among fruit in olive. II. Influence of inflorescence or fruit thinning and cross-pollination on fruit set components and crop efficiency». *Acta Horticulturae,* 149, pp. 131-143. 1984.

THORNTHWAITE, C. W.; MATHER, J. R. *The water balance. Drexel Institute of Technology.* Laboratory of Climatology. New Jersey, 1955.

TOMBESI, A. «Intercettazione luminosa ed efficienza produttiva dell'olivo». *Frutticoltura,* 3, pp. 21-25. 1988.

TROCMÉ, S; GRAS, R. *Suelo y Fertilización en Fruticultura,* pp. 70-84. Ediciones Mundi Prensa. Madrid, 1966.

TURC, L. «Evaluation des besoins en eau d'irrigation. Evapotranspiration potentielle». *Ann Agron.,* 12 (I), pp. 13-49. 1961.

UCEDA, M; FRÍAS, L. «Épocas de recolección. Evolución del contenido graso del fruto y de la composición y calidad del aceite». En: *La mecanización de la recolección,* pp. 37-68. FAO-PNUD, Córdoba, febrero, 1985.

UCEDA, M.; HERMOSO, M. «Aceites andaluces. Denominaciones de origen». En: *Olivicultura. Jornadas Técnicas,* pp 113-120. Fundación La Caixa. Barcelona, 1994.

VALERA, A; COSTA, J. «Seguridad de Sting SE en olivar: tratamientos herbicidas con presencia de aceitunas en el suelo». Actas de la I Reunión Anual Socd. Esp. de Malherbología, pp. 225-229. Madrid, 1990.

VERNET, A.; DAMAANEZ, J.; DE VILLELE, O. «Besoin en eau de l'olivier et action de l'irrigation sur la production d'huile». *Inform. Oleic. Internat.,* nº 27, pp. 11-26. 1964.

ZARAGOZA, C.; AIBAR, J.; SOPEÑA, J. M. «Un ensayo de reducción del laboreo en viña. Resultados de la producción en siete años». Actas de la Reunión 1990 de la Sociedad Española de Malherbología, pp. 79-85. 1990.

Capítulo 5

TÉCNICAS AGRONÓMICAS Y CARACTERÍSTICAS DEL ACEITE DE OLIVA

Coordinación:
Prof. PIERO FIORINO
Dipartimento di Ortoflorofrutticoltura
Università degli Studi di Firenze
Florencia (Italia)

Co-autor:
STEFANO ALESSANDRI
Collaboratore tecnico
Dipartimento di Ortoflorofrutticoltura
Università degli Studi di Firenze
Florencia (Italia)

Colaboradores:
Dr. ARTURO CERT VENTULÁ
Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Instituto de la Grasa
Dpto. de Caracterización y Calidad de los Alimentos
Sevilla (España)

Dr. IHSAN DIKMEN
Director
Olive Research Institute
Izmir (Turquía)

Dr. MOHAMED RAHMANI
Profesor
Institut Agronomique et Vétérinaire «Hassan II»
Rabat (Marruecos)

TÉCNICAS AGRONÓMICAS Y CARACTERÍSTICAS DEL CULTIVO

PIERO FIORINO

El olivo tiene unas características peculiares: sus frutos se usan siempre «transformados». Las aceitunas pasan de la simple salmuera al endulzado por fermentación, o por medio de técnicas de endulzamiento con compuestos químicos; es frecuente aliñarlas con otros aromas, oscurecerlas, secarlas o transformarlas en pasta; en Italia sólo hay una variedad directamente comestible, sana, desde la misma planta (cv Mele o Dolcemele), pero su origen es muy discutido y no constituye más que una curiosidad.

El aceite es un derivado de la aceituna que representa solamente la fracción lipídica y no refleja las características del fruto completo; históricamente, la obtención del aceite ha tenido que enfrentarse con enemigos climáticos y parasitarios que, junto con los lentos medios de extracción, han condicionado la producción y, aún hoy, determinan a veces la degradación cualitativa del producto hasta los límites de la comestibilidad y aún más allá, ya que, en el pasado, el objetivo era «recuperar» la mayor cantidad posible.

La zona de distribución del olivo ha contribuido a mantener estático el panorama olivícola: en la cuenca del Mediterráneo, donde la olivicultura es una «tradición», los gustos estaban (y están) adaptados a las producciones locales, mientras que fuera del Mediterráneo el cultivo ha tenido poco éxito y se ha dedicado preferentemente a la producción de aceituna de mesa; por último, la facilidad de multiplicación, la longevidad, la vivacidad de las plantas, que se definen como inmortales, y la larga duración del período de juventud de esta especie han reducido el recambio natural y han obstaculizado el trabajo, muchas veces inconsciente, de mejora que se ha realizado para las otras especies.

Sobre esta base, durante los últimos cincuenta años se ha intentado conseguir un cultivo más racional, mediante la recuperación de parte de las plantaciones tradicionales y la renovación en zonas más favorables; para las aceitunas de mesa hace ya tiempo que se definieron de modo inequívoco algunos requisitos del fruto, mientras que para las plantaciones de aceite se han seguido criterios diferenciados, en relación con el desarrollo socioeconómico de las zonas de intervención, con las exigencias agrotécnicas y climatológicas o, raras veces, teniendo en cuenta las características del producto acabado.

Esta atipicidad ha impuesto cultivares locales adaptados a zonas específicas, rústicos, resistentes a diversos tipos de cargas, de elevada productividad y, eventualmente, de fácil multiplicación, sin que se haya dedicado suficiente atención a las características organolépticas del fruto y de sus derivados, como ocurre con otras especies.

Aún hoy, el criterio comercial generalmente aplicable al aceite reconoce la acidez como el factor principal para la determinación del valor, y sólo a partir de 1991 (Reg. UE 2568/91 DO de las Comunidades nº 34 L 248, de 5/9/1991) las disposiciones de la UE han comenzado a introducir otros parámetros químicos y organolépticos de evaluación, mientras que algunos países proponen la «denominación de origen controlada», aplicable en Italia a los aceites extravirgen y virgen (Gazetta Uffiziale, Serie General nº 49 L. 169 de 5/2/1992).

Sobre la composición y características del aceite de oliva virgen existe una amplia bibliografía, que se ha ido enriqueciendo al aumentar la capacidad de análisis e identificación, hasta llegar a la determinación de los compuestos existentes en ppb. Muchas familias químicas se valoran por su importancia reológica y nutricional, y otras por distinguir el aceite de oliva virgen de los demás aceites de diversos orígenes o «no vírgenes»; en relación con la presencia y cantidad de complejos específicos, un aceite puede resultar distinto, tanto por el perfil de la composición triglicerídica como, en particular, por la fracción de insaponificables y de compuestos menores polares en una serie de combinaciones, lo que hace muy difícil la «clasificación» química y comercial de este producto. Cada país establece, de modo autónomo, los caracteres químicos que definen un aceite de oliva directamente comestible y los criterios de clasificación comercial.

Sobre la composición, el uso médico y biológico y las características de los aceites de oliva vírgenes, remitimos a la bibliografía y, en particular, a los trabajos de Christakis y col. (1982), Tiscornia y col. (1982), Modi y col. (1991) y Viola (1991).

PARÁMETROS E ÍNDICES DE CALIDAD

La riqueza de la composición, gusto y color, típica de un producto natural, dependen de las características de la matriz genética en interacción con el medio ambiente; a estas interacciones se añaden después las influencias de las prácticas de cultivo y de los sistemas de extracción, de todo lo cual surge la gran variabilidad de características químicas y organolépticas de los aceites vírgenes, lo que hace que el mercado sea tan variado.

Los factores que influyen no sólo en la productividad de las plantaciones sino también en la composición de un aceite modifican, cada uno de modo independiente, el resultado del cultivo, y aumentan, en el comercio, el número de «categorías» previsto en las normas, siendo determinante el «nivel cualitativo» atribuido a producciones concretas en el ámbito de la misma «categoría».

En general, se entiende por calidad la conformidad entre las normas, indispensables o declaradas, y las características de un producto; en el uso corriente del término, en muchos idiomas, la palabra lleva implícito un concepto «positivo» que, sin adscribirse a una característica concreta, tiende a sintetizar un juicio resultante de una suma de valores de peso y características diferentes en relación con la naturaleza del producto mismo.

Refiriéndonos a los aceites de oliva vírgenes, parece útil comprobar qué atributos deben considerarse cuando se indica su calidad, teniendo en cuenta que técnicos, productores y distribuidores utilizan los términos de «pureza», «genuinidad» y «tipicidad» mezclándolos o haciéndolos sinónimo entre sí y equivalentes a «calidad», mientras que el nivel de ésta va ligado a determinados equilibrios entre muchos requisitos.

Un concepto de calidad alimentaria aceptado internacionalmente (Normas UNI-ISO8402, Galoppini y Fiorentini, 1991; Dionisi y Amelotta, 1992) es el que está ligado a la presencia y/o cumplimiento de ciertos requisitos que deben atenerse a determinadas exigencias explícitas (salubridad, sabor, efectos sobre el bienestar) e implícitas (requisitos previos de seguridad en higiene, alimentaria, mercantil y valor nutritivo); además en el caso del aceite de oliva, la calidad podría estar representada por la combinación de los cinco grupos de factores siguientes, cada uno de ellos idóneo para evaluar niveles de características específicas:

a) Ausencia de defectos.
b) Pureza (ausencia de residuos).
c) Genuinidad.
d) Equilibrio químico.
e) Tipicidad.

Esta distribución de características permite hacer más mensurables los requisitos que se reúnen en el concepto abstracto de «calidad global» de un alimento natural, como el aceite de oliva extravirgen; estos caracteres positivos deben tenerse en cuenta, aparte de las precauciones ordinarias y normas que deben mantenerse en la producción de alimentos, indicando, por ejemplo, como valor «la pureza», es decir, la ausencia de contaminantes, que no se debe entender solamente como residuos de productos fitosanitarios o sustancias al uso, cuyos niveles de tolerabilidad están definidos por estrictos límites legales, sino también de todo producto de naturaleza xenobiótica o de anomalías en la composición derivadas de carencias en la producción, transformación o conservación.

De los cinco factores considerados, dos (a, b) son de apreciación general para todo tipo de alimentos, otros dos (c, d) representan los factores genérica y específicamente valorizadores del aceite de oliva y el último (e) está ligado a la cultura y en tradiciones alimentarias de las diversas zonas; los cuatro primeros (a, b, c, d) son mensurables y verificables más o menos fácilmente por medio de instrumentos y el quinto (e) puede identificarse y protegerse mediante un sistema mixto de instrumentos analíticos y actos administrativos, con amplios márgenes de variabilidad en la definición de los requisitos, algunos de los cuales están ligados a sensaciones subjetivas de color, sabor y aroma.

AUSENCIA DE DEFECTOS

Para identificar los defectos (factor a) existe una metodología analítica bastante compleja, a la que hay que agregar la valoración organoléptica (Reglamento (CE) nº 2568/91 Do/CE nº 34L.248 del 5/9/1991); una vez más, hay que subrayar que, también se puede entender por «defecto» un atributo natural, acaso permitido por las normas, pero que quiza no resulte agradable porque es demasiado intenso o demasiado flojo o, simplemente, porque en casos concretos se quiere desplazar el límite de tolerancia de una determinación a valores voluntariamente más bajos, considerando importante que le llegue al consumidor un producto lo más equilibrado posible.

En la definición de los defectos, son fundamentales dos parámetros: la acidez (expresada como ácido oleico en %) y el juicio del panel de cata (González-Quijano, 1990), limitado a la presencia de defectos derivados de técnicas de producción, recolección y transformación inadecuadas (Solinas, 1992); con estas dos referencias se mide el carácter y se monitorizan prácticamente todas las fases de la vida de un aceite; algunos autores han sugerido también la introducción a este nivel del índice de peróxidos (Mattei, com. pers., 1992).

La acidez es un parámetro importante, no sólo como valor en sí mismo, sino como índice de buena producción y tecnología de extracción; la acidez de base del aceite oscila en torno al 0,2 % (expresado como ácido oleico) y cualquier aumento sobre ese valor indica que ha ocurrido algún incidente, aunque sea leve, antes de su formación; las tres categorías de los aceites vírgenes están separadas actualmente

por un punto (1 %) de acidez, pero este intervalo implica por lo común cambios sustanciales de gusto y de aroma, que no varían de modo lineal con el factor medido.
El juicio del panel de cata, tal como se describe en las normas de la CE, parece poco aplicable para la identificación de los gustos gratificantes especiales, dada la componente individual y educacional que se atribuye al uso del aceite de oliva, si bien es bastante concreto para identificar aceites con defectos organolépticos, derivados de errores en los que se puede incurrir tanto durante la producción como después de la recolección o en las fases de transformación y conservación (Michelakis, 1992).
El método del panel de cata fue preparado e implantado de modo oficial por el Consejo Oleícola Internacional (COI) en 1987 y consiste en una evaluación realizada por un grupo (entre 8 y 12) de catadores expertos que deben emitir para cada muestra un juicio lo más homogéneo posible sobre la presencia e intensidad de caracteres gustativos; los datos se tratan de modo estadístico simple (varianza), suficiente para establecer la repetibilidad por un mecanismo implícito en el método, ya que la presencia de juicios con fuerte contraste entre sí obliga a la revisión o anulación de la prueba, que ha de repetirse. Las fichas de ensayo se preparan y los juicios se formulan de modo que se dé valor predominante a la presencia de defectos que puedan provocar la desclasificación de un aceite. La elección de catadores expertos y no casuales garantiza una protección para los defectos (no es casualidad que se valore como idóneo un aceite extravirgen cuando llega, al menos, a la puntuación de 6,5/9 y precede a los análisis químicos), pero, por definición del panel de cata, influye en la evaluación de caracteres gratificantes que a veces dependen del gusto del consumidor, que puede elegir en función de la zona, de la educación, de la alimentación, o del sexo.

PUREZA

La ausencia de algunos residuos (base del factor b) es un requisito previo, controlado por normas legales y que se sirve de métodos exactos y en vías de ulterior perfeccionamiento (Tiscornia, 1992); el concepto de pureza se extiende a todos los contaminantes, xenobióticos o no, que pueden ser determinados o cogidos en el campo, después de la recolección, durante los trasvases o en los contenedores; en favor del aceite como alimento hay que subrayar que, por su misma naturaleza, es bastante seguro, tanto durante su formación, realizada por separación física, como después de ella, ya que no necesita tratamientos higiénico-sanitarios especiales para su conservación.

GENUINIDAD

También la «genuinidad» (factor c) del aceite es un requisito legal previo que garantiza que se ha obtenido únicamente a partir de la aceituna, solamente por medios mecánicos e intervenciones físicas específicas para la separación, con exclusión de condicionamientos térmicos que alteren las características del producto.
Los aceites de oliva vírgenes, en particular los extravírgenes, tienen una composición a base de triglicéridos, junto con una fracción compleja característica y, por ahora, única por las propiedades biológicas y psicosensoriales. La producción de los aceites de oliva extravírgenes resulta muy costosa, por lo que se corre el riesgo de llegar al mercado a precios relativamente altos. Precisamente a causa de la gran diferencia de valor que separa los aceites de oliva vírgenes de los aceites de semillas o de oliva con algún defecto y «tratados» para reintroducirlos en el ciclo del consumo, se efectúan mezclas (fraudes) que, en general, tienden a eludir los controles; aunque en el sector analítico y normativo se ha producido un rápido desarrollo de las técnicas encaminadas a identificar este tipo de fraudes y se ha efectuado un considerable esfuerzo de investigación, que está mejorando los conocimientos de base, estas mezclas son relativamente controlables aunque se realicen con habilidad (Tiscornia, 1992) e incluso son «huidizas» si se desarrollan en el ámbito del autoabastecimiento y del pequeño comercio. El daño que se produce no es solamente un fraude contra el consumidor, sino también una competencia desleal en detrimento de los cultivos mejores.

EQUILIBRIO QUÍMICO

Se entiende por equilibrio químico (factor d), sensu lato, la presencia, los niveles y las relaciones de sustancias que dan consistencia, sabor, conservabilidad y salubridad al aceite; se han identificado composiciones «ideales» (Petruccioli, 1988), y un buen aceite debe tener proporciones predefinidas de los componentes acídicos, los contenidos de vitaminas y las relaciones entre los componentes menores que no hacen variar la frescura ni el color.
La presencia y los niveles de complejos químicos específicos pueden utilizarse para establecer criterios de selección, incluso dentro de aceites de una misma categoría comercial; es sabido que los aceites ricos en ácidos grasos saturados son más viscosos que los que tienen una proporción elevada de insaturados, mientras que el gusto y el aroma proceden de familias químicas definidas (aldehídos, carbonilos, polifenoles).
Además, en el aceite de oliva están naturalmente presentes grupos de sustancias (tocoferoles, polifenoles) macronutrientes antioxidantes que tienen una acción reguladora y protectora del metabolismo del hombre; sobre este supuesto, se han estudiado correlaciones complejas para identificar indicios objetivos para clasificar los aceites, indicios que pueden ser también muy sutiles desde el punto de vista analítico, como la determinación de componentes carbonílicos del aroma para proporcionar un Índice Global de Calidad (IC o IGC) (Solinas, 1987), basado en parámetros objetivos, en los que se considera el valor de la suma de numerosos componentes igualados por medio de un factor F de conversión y formulados como se ve en el cuadro 1.

CUADRO 1
UNA DE LAS FORMULACIONES DEL ÍNDICE DE CALIDAD (IC)

IC = F[1/AC+1/NP+1/NC+1/K270+1/T+1(αPT)+ +1/(β%lin)+1/γ K664/K446] (Solinas, 1987)

AC = acidez;
NP = índice de peróxidos;
NC = número de los carbonilos volátiles;
K270 = absorbancia a 270 nm;
T = cantidad de hidroxitirosol;
α = cantidad ideal de polifenoles totales;
PT = cantidad de polifenoles totales;
%lin = porcentaje de ácido linoleico;
β = porcentaje ideal de ácido linoleico;
γ = valor ideal de la relación de colores;
K664/K446 = relación de colores de la muestra.

Es una suma en la que todavía están presentes demasiados factores subjetivos en las «cantidades ideales»; por esto se ha sugerido una fórmula simplificada (Solinas y col., 1990) que utiliza para el cálculo funciones lineales de los valores de acidez, análisis espectrofotométrico (K270), peróxidos, polifenoles totales y el valor del panel de cata; el índice ICG aparece en el cuadro 2.

CUADRO 2
ÍNDICE GLOBAL DE CALIDAD (ICG)

ICG = yA+yB+yC+yD+Pt

yA valor de la acidez (x entre 0,1 y 3,3) según la función yA = 9,2-1,6x;
yB valor de los peróxidos (x entre 1 y 15) según la función yB = 9,4-0,36x;
yC valor espectrofotométrico K270 (x entre 0,07 y 0,25), según y C = 10,9 27,7x;
yD valor de los polifenoles (x entre 400 y 40) para yD = 3,44+0,014x;
Pt valor del panel de cata (Solinas y col., 1990).

Los parámetros se han elegido por su importancia comercial e igualados, en forma de amplitud ordinaria y posición de los intervalos, en relación con los puntos del panel de cata, con una correlación determinada por una variación máxima de puntuación del panel de 5 puntos, considerando, el valor 4 obtenido en el ensayo como puntuación mínima para un aceite comestible (9 max - 4 min = 5 = oscilación previsible).

La estructura de la fórmula presenta algunos problemas, sobre todo por la falta de relaciones lineales en las variaciones de los distintos parámetros y por la escasa consideración dada a los componentes naturales que califican (por ejemplo, los tocoferoles). Con una fórmula ligeramente distinta, el mismo concepto está expresado por el «The overall quality index for virgin olive oils» (Índice de calidad total, OQI) elaborado por el COI con la cooperación de numerosos institutos y laboratorios de diversos países oleícolas y que aparece en el cuadro 3.

TIPICIDAD

La «tipicidad» (factor e) empieza a resultar de más difícil definición, porque en la evaluación de este parámetro actúan también otros factores subconscientes que sustituyen lo «deseado» por lo «bueno»; es ésta una de las prerrogativas de los productos con los gustos originales naturales y que presentan una sucesión de gustos, olores y colores que probablemente impresionan a nivel subliminal, evocando en general el sentido de lo antiguo, y asimismo la casa, el lugar y el ambiente cultural; incluso pueden considerarse indispensables defectos ligeros o sabores excesivos, no agradables para todos.

La tipicidad de un producto se deriva de la interacción, en las características, entre matriz genética, técnicas y ambiente y, por tanto, puede definirse y controlarse a través de la combinación de instrumentos de laboratorio y administrativos; en una circunscripción se establecen límites geográficos para obtener zonas homogéneas en relación con cualquier factor productivo o climático, y dentro de éstas se actúa, incluso con verificaciones y obligaciones sobre las técnicas de producción y de extracción, para obtener un producto de características «típicas» definibles y repetibles y para cuya comercialización puedan preverse especificaciones más estrictas que las impuestas por las normas ordinarias; sobre esta base, se han instituido para los productos alimentarios las Denominaciones de Origen Protegido (DOP) e Indicaciones Geográficas Protegidas (IGP) en la Unión Europea (reglamento UE 2081/92, DO de las Comunidades Europeas núm. 208 del 24/7/92).

Hay que tener en cuenta los intentos de adulteración, tanto más importantes cuanto más cualificado resulte el producto; y si en lo que respecta a la genuinidad «... el control objetivo de la calidad de un aceite extravirgen resulta, en conjunto, bastante difícil...» (Tiscornia, 1992), también es evidente que para la tipicidad no se ha identificado aún ningún parámetro ni se han establecido metodologías analíticas que puedan verificar el carácter verídico de las afirmaciones (Dionisi y Amelotti, 1992); se están realizando importantes investigaciones para la identificación de parámetros adecuados para medir la «tipicidad» de producción en áreas determinadas, pero, en el estado actual de los conocimientos, las informaciones sobre las zonas y las añadas son demasiado limitadas y aún no cumplen los requisitos de repetibilidad y fiabilidad en grado suficiente para aislar, al menos, la mayor parte de una producción contra posibles infracciones.

CUADRO 3
ÍNDICE TOTAL DE CALIDAD (OQI)

OQI = 2,55+0,91SA - 078AV - 7,35 K270 - 0,066PV

SA = análisis sensorial (Panel test);
AV = acidez (% de ácido oleico);
K270 = extinción específica a 270 nm;
PV = índice de peróxidos.

Por lo que respecta a la tipicidad, incluso el valor del panel de cata previsto en las normas comerciales puede

discutirse precisamente por las diferencias de valoración que una misma zona puede manifestar para los mismos atributos «positivos» y que aún son difíciles de determinar instrumentalmente y de fijar administritivamente; por último, muchos datos son susceptibles de variación a causa de la presencia, en muchas zonas, de poblaciones de cultivares sólo parcialmente conocidos y de variantes en la tecnología, no sólo de producción, sino también de extracción, cada una de las cuales «...a igualdad de factores agronómicos, puede incidir en la composición final del aceite, dando lugar a diferencias cualitativas generales más o menos importantes» (Montedoro, 1992).

FACTORES BIÓTICOS Y DECISIONES AGRONÓMICAS QUE INFLUYEN EN LAS CARACTERÍSTICAS DEL PRODUCTO

Los cuatro grandes factores que determinan la producción, no sólo desde el punto de vista del perfil cuantitativo, sino también para las características del aceite, son el cultivar, el ambiente de cultivo, las técnicas agronómicas y los sistemas de extracción. Cada uno de ellos está en condiciones de influir, incluso por separado:

- En la lipogénesis (rendimiento y composición).
- En los niveles y proporciones entre los compuestos liposolubles que constituyen la parte más consistente de la fracción «insaponificable» del aceite.
- En los niveles y las proporciones de los compuestos químicos, en el fruto o neoformados, característicos del gusto y del aroma, que pueden pasar al aceite de modo diferenciado (polifenoles simples y complejos) incluso en relación con la interacción entre el estado del fruto y el sistema de extracción.

Mediante el cultivo se pueden acentuar y controlar las características de los dos primeros factores (cultivar y ambiente, englobados conjuntamente como bióticos); en cambio, las técnicas agronómicas y las tecnologías de extracción permiten ejercer una discrecionalidad más amplia dentro de los límites impuestos de la protección del medio ambiente y de la salud.

FACTORES BIÓTICOS

Ambiente

Se entiende por ambiente una amplia zona caracterizada por condiciones climáticas capaces de modificar de modo homogéneo la vegetación espontánea y de condicionar los cultivos; en sentido más restrictivo, se identifica con una zona geográficamente definida por condiciones mesoclimáticas comunes; para la aplicación de técnicas específicas o la obtención de resultados agronómicos particulares, se define también como ambiente la zona en que existe la plantación y que presenta condiciones específicas en cuanto a características edafológicas, pendientes y exposición.

Para grandes áreas, está documentado (en Christakis y col., 1982) que la composición acídica de los aceites puede variar (cuadro 4) en función del origen; los datos son anteriores a 1975 y pueden considerarse, por su número, representativos de plantaciones tradicionales; se han obtenido con técnicas analíticas probablemente bastante heterogéneas y reunidas para ofrecer referencias «históricas»; así como de la mayor amplitud posible. De los datos se desprende la gran variabilidad del aceite griego y los valores relativamente reducidos en ácido oleico en las zonas más cálidas (Grecia y Túnez) en comparación con las producciones del norte del Mediterráneo; Argentina se alinea con Túnez, mientras que Turquía e Israel lo hacen con Francia; profundizando más, en Túnez el nivel de ácido oleico disminuye con la latitud y esta tendencia parece cierta también en Italia (cuadro 5), con un aumento relativo del ácido linoleico (Tiscornia y col., 1982). También los niveles de la parte insaponificable (esteroles, eritrodioles) parecen estar ligados al ambiente de origen (Tiscornia y col., 1982; Paganuzzi, 1987).

En trabajos experimentales de este tipo realizados sobre todo en el decenio de 1980, se informa de valores en general muy variables, incluso de un año a otro para las mismas zonas; además de la «variabilidad» original (ambiente, variación específica de las condiciones climáticas), el efecto de muestreo contribuye también a la dispersión de los datos,

CUADRO 4
COMPOSICIÓN EN ÁCIDOS GRASOS DEL ACEITE DE OLIVA EXPRESADO EN % SOBRE LOS ÁCIDOS GRASOS TOTALES

País de producción	Número de muestras analizadas	Ácido oleico %	Ácido linoleico %	Ácido palmitoleico %	Ácido palmítico %	Ácido esteárico %
Grecia	> 3.000	57,6-93,5	1,6-23,6	0,5-2,3	7,5-16,0	1,4-3,8
Italia	733	64,1-85,0	1,0-15,0	0,2-5,5	7,1-17,5	0,3-3,4
España	75	65,3-79,6	5,1-19,8	—	—	—
Argentina	40	54,0-79,1	5,3-22,7	0,2-3,4	9,8-20,0	0,3-2,9
Túnez	21	55,2-70,6	9,5-20,1	1,0-2,2	13,9-21,1	1,3-2,5
Portugal	114	69,0-86,0	3,0-14,0	—	—	—

CUADRO 5
CONTENIDO MEDIO PORCENTUAL DE LOS ÁCIDOS GRASOS PRESENTES EN LOS ACEITES DE OLIVA ITALIANOS

	Ácido palmítico	Ácido esteárico	Ácido oleico	Ácido linoleico
Liguria	10,0	2,6	80,6	5,2
Toscana	11,6	2,2	77,6	6,7
Umbria	10,9	2,0	79,6	5,9
Puglia	9,3	2,3	79,6	7,3
Calabria	13,8	2,6	75,6	6,0
Cerdeña	12,5	2,0	74,6	9,2
Sicilia	12,6	2,8	72,9	8,7

ya que, con sus características irreproducibles, influye en las determinaciones quimiométricas (Forina y col., 1983).
A menor escala, la acción de determinadas condiciones ambientales es menos evidente y resulta probablemente confusa por la fragmentación (de variedades y de técnicas) típica de la olivicultura tradicional (Lavee, 1992), que incluso hace difícil la definición de muestras representativas.
En aceites procedentes de nueve provincias de la Toscana se han identificado 4 reagrupaciones (Armanino y col., 1989), tres de las cuales están ligadas a factores individuales, como la altitud y la distancia al mar, mientras que la cuarta es inexplicable desde el punto de vista del perfil de la variedad y del ambiente; según Fiorino (1991), el factor común podría ser la (retardada) época de recolección. Los distintos investigadores no están de acuerdo sobre la posibilidad de definir, con parámetros químicos y por vía instrumental, ambientes geográficamente circunscribibles; probablemente porque, en la mayor parte de las pruebas, los datos se refieren a compuestos de características tan generales y variables en el curso de la maduración que, al determinarlos en el aceite, pierden un valor quimiotaxonómico real (Modi y col., 1992). Utilizando métodos estadísticos y programas a veces dedicados (Aparicio, 1988), parece que la matriz ambiental es reconocible, a nivel de probabilidad, entre zonas relativamente próximas (Alessandri y col., 1992), hasta llegar a distinguir, con pocas familias de compuestos, un área específica de producción (Alberghina y col., 1991). Hasta el último decenio no ha sido posible disponer de instrumentos idóneos para abordar el problema desde el punto de vista químico-estadístico y «modelístico» para la identificación del origen (probable) de un aceite; la ambigüedad que aún es inherente a todo dato experimental se deriva de la falta de conocimientos sobre los mecanismos biológicos de regulación que controlan los factores compositivos del aceite.
Si, en concreto, se entiende por ambiente la acción de las características del lugar en que se obtiene la producción, muchos de los conocimientos se deben aún a la tradición; en viejos manuales (Pecori, R., 1889, La cultura dell'Olivo; Tipografia Ricci, Florencia. Mingioli, E., Oleificio Moderno, 1901; Unione Tipografica Editrice, Turín) se señalan influencias sobre el papel de la exposición y de la naturaleza del suelo; en general, en estos textos se hace referencia a producciones no identificadas y raras veces (Pecori, obra citada) hay alguna alusión a las variedades.
Se considera que el aceite obtenido en colina (en Solinas, 1990) es más apreciado que el de llanura y parece existir una relación entre la estructura del terreno y el nivel de polifenoles en el aceite de Moraiolo en Umbría (Servili y col., 1990).

Cultivar

El cultivar representa la variable más importante para caracterizar las producciones olivícolas por el rendimiento (D'Amore y col., 1977), por la velocidad y modalidades de acumulación del aceite (Lavee y Wodner, 1991) y por las características del aceite (Cimato y col., 1988; Pannelli y col., 1991).
La acumulación de aceite no es un fenómeno ligado a la maduración, pero puede considerarse un incidente metabólico en el crecimiento de las células del mesocarpio que, precozmente, activan el proceso de formación de los triglicéridos con formación predominante de ácido oleico entre los ácidos grasos; estas células del mesocarpio, privadas de un «set» enzimático específico de utilización, sólo pueden acumular los triglicéridos, compartimentándolos; el proceso dura, con ritmos diversos, hasta la abscisión del fruto.
Los diferentes cultivares influyen en el perfil químico del aceite por medio del doble mecanismo de: a) acumulación de triglicéridos diversos; b) formación y evolución de los otros componentes.
En relación con el primer aspecto, los datos referidos a ensayos de caracterización varietal muestran oscilaciones en la composición acídica de los diversos cultivares y zonas; el ácido oleico varía entre el 72 y el 80 % en la variedad más difundida en la Italia central, mientras que en Cerdeña, en los cultivares Bianca y Tonda, baja a menos del 70 % (Vacca, V., 1990) y, con los dos clones de Nera denominados 31B y 52, hasta el 65 %; en Toscana, el cultivar Leccino ha resultado algo más rico en palmítico que Frantoio, Moraiolo y Coratina (Cimato y col., 1992); Carolea difiere de Frantoio por el mayor nivel de ácido esteárico (Cimato y col., 1988), mientras que algunas líneas o variedades están dotadas de ácidos grasos con número impar de átomos de carbono (C:17 = 0 y C17 = 1) presentes en dosis significativas y probablemente utilizables para su caracterización (Alessandri y col., 1992).
La producción del ácido oleico (O) es preferencial para la aceituna y las eventuales compensaciones se producen sobre todo con los ácidos grasos palmítico (P) y linoleico (L); la variación mayor en el cultivar se determina a cargo del ácido linoleico, cuyo contenido puede oscilar entre el 2,3 y el 23 %, mientras que el palmítico parece más estable.
En la composición acídica de la matriz genética puede influir la interacción (condiciones climáticas/fase de maduración de los frutos); si se siguen sistemáticamente las variaciones en el tiempo de las proporciones relativas entre los tres mayores ácidos grasos se aprecia una correlación entre P y O de difícil atribución y una regresión positiva entre la variación del ácido linoleico y el «transcurso del tiempo»; esta interacción determina un lento cambio de las relaciones relativas entre los diversos ácidos grasos y, para cada uno de éstos, pueden superponerse las posibles oscilaciones en el tiempo de los valores analíticos para los diversos cultivares creando una zona «común» en la distribución de los datos («zona de ambigüedad»; Fiorino y Nizzi Grifi, 1991), dentro de la cual pueden incluirse muchos aceites.
Para un mejor conocimiento de la acción de la matriz genética de un aceite, se ha propuesto la evaluación de las rela-

ciones de los ácidos oleico/linoleico (Cimato, 1990; Pannelli y col., 1991) o bien, más genéricamente, entre los ácidos grasos insaturados/saturados (Cucurachi, 1975); estos indicios parecen, sin embargo, más útiles para comprender los cambios de composición debidos a la maduración que para identificar diferencias genéticas (Cimato y col., 1988).

Más evidente es la influencia del cultivar para determinar todos los componentes del aceite de origen distinto al de los glicéridos.

Tradicionalmente, esta fracción se divide en dos grupos:

- Insaponificables, esto es, los compuestos no hidrosolubles después de la saponificación; se incluyen aquí las familias de los hidrocarburos, esteroles, alcoholes, pigmentos del cromoplasto; en muchos casos, son ésteres de los ácidos grasos principales.
- Compuestos menores polares, representados por moléculas de hidrosolubilidad variable constituidas preferentemente por derivados del metabolismo de la oleuropeina.

Se ha investigado poco la influencia del cultivar sobre los insaponificables; las familias químicas de esta fracción se han estudiado sobre todo por su sensibilidad a los tratamientos y manipulaciones y, por lo tanto, más bien para garantizar la genuinidad del aceite virgen que otros parámetros, como el origen genético.

Los hidrocarburos se han estudiado poco en ensayos comparativos, pese a su relativa abundancia (>1.000 ppm); en Toscana, se ha demostrado que el aceite de Moraiolo es más rico en hidrocarburos en general y en escualenos que el de Frantoio, Leccino y Coratina (Modi y col., 1991) y en los aceites de la misma región se han identificado hidrocarburos saturados con cadenas de carbono entre 23 y 34 átomos, predominando los grupos comprendidos entre 27 y 31 C (Mattei y col., 1992).

Los aceites de Nebbio y Cellina di Nardo (Camera y col., 1975) son ricos en esteroles, con valores que superan las 3.000 ppm, mientras que los Frantoio y Leccino de Toscana están mejor dotados (Modi y col., 1991) que los de Moraiolo y Coratina, aunque no alcancen los valores que se dan en los cultivares citados en primer lugar.

Esta familia está fuertemente influida por el nivel de maduración de los frutos y la cantidad, en el aceite procedente de una sola zona, puede presentar, en la misma estación, variaciones «en onda» (figura 1) debido probablemente a factores casuales como la caída de los frutos más maduros (Modi y col., 1992).

Con la mejora de las técnicas analíticas, los niveles y relaciones de compuestos tradicionalmente estudiados para garantizar solamente el perfil de la genuinidad, como los alcoholes alifáticos y triterpénicos, pueden evaluarse también como señales para identificar el origen genético (Alessandri y col., 1992).

El cultivar influye en el color del aceite, pero esta característica no parece tener gran valor comercial y taxonómico; en las aceitunas se encuentran clorofila y carotenoides, frecuentemente incluso en fases avanzadas de maduración,

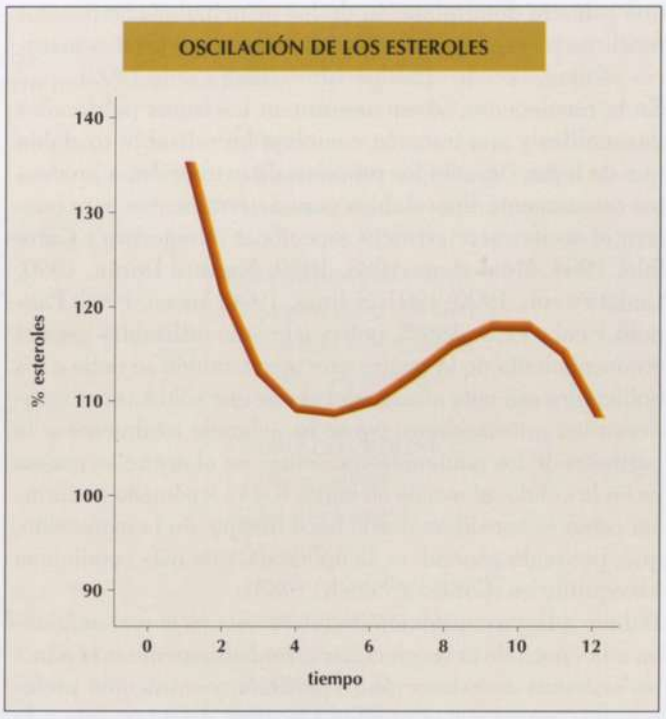


FIGURA 1. Oscilación de los esteroles en el tiempo expresado con un polinomio de 3er orden.

pero son pocos los datos referidos a los frutos; se han señalado diferencias en el contenido entre los frutos de los cultivares Hojiblanca y Manzanilla, menos pigmentado (Mínguez-Mosquera y Garrido-Fernández, 1989); faltan, en general, referencias incluso cuando el color del aceite se ha propuesto como método de identificación y clasificación de los aceites vírgenes (Gutiérrez y Gutiérrez, 1985) y para la determinación de la zona de origen (Vasconcelos, 1985), aunque con resultados inciertos.

El papel del cultivar es muy importante en lo que respecta al nivel y caracteres de los polifenoles, que, con los tocoferoles, determinan la resistencia a la oxidación y, aunque sea genéricamente, las características organolépticas y la conservabilidad del aceite (Vázquez Roncero, 1978; Montedoro y col., 1979; Tiscornia y col., 1982; Cortesi y Fedeli, 1983; Cimato y col., 1991; Pannelli y col., 1991). No se tienen datos sobre la influencia del cultivar a nivel de los tocoferoles en el aceite (100 - 300 ppm preferentemente en la forma alfa), pero es lógico esperar diferencias notables.

La familia de los polifenoles es compleja debido al número y estructura de los individuos químicos (Fedeli, 1991); en el fruto, la degradación de la oleoeuropeina da lugar a un grupo indeterminado de derivados, entre los cuales hay algunos utilizables como marcadores, ya que pueden atribuirse al mecanismo genético de determinados cultivares. De esos compuestos, la dimetiloleoeuropeína, por ejemplo, sólo se puede encontrar en algunos cultivares (en Cailletier y L11, Amiot y col., 1989; en Leccino, Pannelli y col., 1991) debido a la presencia de una estearasa específica; se dispone de

una primera determinación de los principales compuestos fenólicos presentes en el cultivar Frantoio en las tres matrices «fruto», «aceite» y «alpechín» (Baldi y col., 1992).
En la recolección, se encuentran en los frutos polifenoles flavonoides y una fracción compleja hidrolizable-oxidable que da lugar, durante los procesos de extracción, a productos escasamente liposolubles pero determinantes para conferir al aceite características específicas (Montedoro y Garofolo, 1984; Montedoro, 1988, 1989; Maestro Durán, 1990; Cimato y col., 1990; 1991; Solinas, 1990; Vacca, 1990; Pannelli y col., 1991, 1992), potencialmente utilizables para el reconocimiento de la matriz genética; también se debe a los polifenoles esa nota amarga del aceite que sólo a veces agradecen los consumidores. No se ha aclarado totalmente si la partición de los polifenoles presentes en el aceite se realiza ya en la célula, al menos en parte, o si el fenómeno se verifica, como se considera desde hace tiempo, en la extracción, que, por regla general, es la operación que más condiciona los equilibrios (Cortesi y Fedeli, 1983).
Debido a la superposición de interacciones con el ambiente, a la época de la recolección y, probablemente más aún a los sistemas de extracción (repartición y extracción preferencial), pocos datos pueden referirse directamente a la acción de cada cultivar.
La oscilación «normal» de esta clase de compuestos está entre 50 y 500 ppm, aunque a veces estas oscilaciones puedan ser más amplias y se supone que los aceites más dotados (en sentido absoluto) tienen mayor conservabilidad; por otra parte, las diferencias de sabor y conservabilidad no son sólo cuantitativas, sino sobre todo cualitativas. Se ha trazado (Cimato y col., 1991) un «perfil» que comprende, además del tirosol y el hidroxitirosol, una serie de otros ocho componentes todavía no identificados, medidos en aceites de cuatro cultivares (Coratina, Moraiolo, Frantoio y Leccino para las mismas zonas de la Toscana) y se ha vinculado el pico 9, bien representado (>80 ppm) en Frantoio, al gusto frutado, y la agresividad, típica de Coratina, a la presencia en elevada cantidad de los compuestos de los picos 4 y 7.
La comparación entre aceites de orígenes distintos confirma sustancialmente estos resultados (Solinas y col., 1992); el aceite de Coratina presenta un espectro de la fracción fenólica compleja bastante más rico que los de Carolea, Frantoio, Pendolino y Leccino, por este orden, que se relaciona con la fuerza de la percepción gustativa. En Umbría (Italia) se ha observado (Montedoro, 1983; Montedoro, 1989) que los aceites de Leccino y de Frantoio tienen un menor contenido de polifenoles totales que los de Moraiolo, Carboncella, Nostrale, S. Felice y Dolce Agogia; en Toscana (Cimato y col., 1991), se ha observado un nivel más elevado de estos compuestos en aceites de Coratina que en los de Moraloio, Frantoio y Leccino por este orden, así como en los aceites de la zona del monte Amiata. Entre los cultivares de Cerdeña destaca, por su reducido contenido, «Tunda», en comparación con Bosana y Frangivento (Vacca, 1990). Debido a la importancia quimiotaxonómica que está adquiriendo este grupo de compuestos, es previsible un gran desarrollo de los conocimientos sobre su formación y evolución en los principales cultivares de la zona mediterránea.
Son escasas las afirmaciones sobre diferencias determinadas por los cultivares sobre el aroma del aceite; Montedoro y Garofolo (1984) señalan una relativa riqueza en Frantoio y Canino en comparación con Moraiolo, mientras que otros autores (Olias y cols., 1980) no encuentran claras diferencias entre Picual y Hojiblanca.
Entre los muchos compuestos volátiles que caracterizan al aceite, sólo algunos son sensorialmente importantes y se buscan en familias bastante numerosas y caracterizadas por moléculas de composición no definida. En el cuadro 6 se da una selección de las sustancias conocidas presentes en el aroma (Solinas, 1990), repartida en las nueve familias de referencia química; desde hace tiempo se han propuesto diversos métodos (Montedoro y col., 1972; Lercker y col., 1983), pero las reducidas correspondencias entre el análisis instrumental y las valoraciones dejan abierto el problema y son muy pocas las indicaciones sobre diferencias determinadas por los cultivares.
Utilizando la técnica de análisis GLC del «espacio de cabeza» (Solinas y col., 1988) sobre aceites de diversos cultivares italianos (Carboncella, Caroleo, Castiglionese, Dritta, Grossa di Cassano, Frantoio, Leccino, Maurino, Nebbio) criados juntos y transformados de forma homogénea, se han identificado picos «exclusivos» para cada variedad; además, se ha proporcionado una valoración «general» de la intensidad del aroma como característica varietal, teniendo en cuenta que para esta valoración los autores han considerado determinantes sólo unos pocos compuestos y, en especial, la relación 2-hexenal/hexanal. En el mismo trabajo se subrayan las diferencias que pueden determinarse entre los datos obtenidos de una muestra experimental y los conseguidos con partidas de diversa realidad tipológica y comercial.

Maduración del fruto y evolución del aceite

Se entiende por maduración la serie de cambios relativos a la compacidad, color, contenido de azúcares, ácidos orgánicos y factores gustativos que hacen comestible el fruto, independientemente de la abscisión o recolección. En función del uso del fruto, en el olivo esta definición se ha entendido, de modo diferente en el tiempo y, en lo que respecta a la producción del aceite, se suele interpretar como inoleación.
En cambio, conviene pensar en un desarrollo simultáneo de varios procesos en los que la inoleación, de forma independiente, proporciona la cantidad, mientras que los demás fenómenos y compuestos contribuyen a formar las características (tecnológicas y organolépticas) de los productos fruto y aceite; en la aceituna, la evolución de los distintos factores suele terminar con la separación, pero

CUADRO 6
COMPONENTES DEL AROMA DEL ACEITE DE OLIVA IDENTIFICADOS*

• HYDROCARBUROS
Naftalina (1)
Etilnaftalina (1)
Dimetilnaftalina (1)
Acenafteno (1)
n-octano (1,2)
Hidrocarburos aromáticos (1)
(ver cuadro 2)

• ALCOHOLES ALIFÁTICOS
Metanol (3)
Etanol (3)
Metilpropan-1-ol (2,3)
1-pentenol (2)
3-metilbutan-1-ol (2,3)
cis-3-hexen-1-ol (1,2)
Heptan-1-ol (2)
Octan-1-ol (1,2)
Nonan-1-ol (1,2)
2-feniletan-1-ol (1,2)

TERPENOS OXIGENADOS
1,8-cineol (2)
Linalol (2)
a-terpineol (1,2)
Lavandulol (1)

• ALDEHÍDOS
Hexanal
n-propanal (3)
3-metilbutan-1-al (2)
2-metilbutan-1-al (2)
n-butan-1-al (1)
n-pentan-1-al (1,2)
trans-2-penten-1-al (2)
Penten-1-al (prob.cis-2) (2)
n-hexan-1-al (2,1)
cis-2-hexen-1-al (2)
trans-2-hexen-1-al (2)
n-heptan-1-al (1,2)
2,4-hexadien-1-al (2)
Hepten-1-al (prob.cis-2-2) (2)
trans-2-hepten-1-al (2)
Benzaldehído (1,2)
n-octan-1-al (2)
2,4-heptadien-1-al (2)
(2 isómeros)
trans-2-octen-1-al (1,2)
n-nonan-1-al (1,2)
trans-2-nonen-1-al (1,2)
2,4-nonadien-1-al (2)
trans-2-decen-1-al (1,2)
2,4-decadien-1-al (2)
(2 isómeros)
trans-2-undecen-1-al (1,2)

• CETONAS
Acetona (3)
3-metilbutan-2-ona (2)
Pentan-3-ona (2,3)
Hexan-2-ona (2)
2-meitl-2-hepten-6-ona (2)
Octan-2-ona
Nonan-2-ona (2)
Acetofenona (2)

• ÉTERES
Metoxibenceno (1,2)
1,2-dimetoxibenceno (2)

• DERIVADOS FURÁNICOS
2-propilfurano (2 isómeros)
2-n-pentil-3-metil-furana (1)
2-n-propil-dihidrofurano (1)

• DERIVADOS TIOFÉNICOS
2-isopropeniltiofeno (1)
2-eitl-5-hexiltiofeno
2,5-dietiltiofeno
2-etil-5 metildihidrotiofeno (1)
2-octil-5 metiltiofeno (1)

• ÉSTERES
Etilacetato (2,3)
Etilpropionato (2)
Metilbutiraro (2)
Etil-2-metilpropionato (2)
2-metil-propilacetato (2)
Metil-3-Metilbutirato (2)
Etilbutirato (2)
Propilpropionato (2)
Metilpentanoato (2)
Etil-2-metilbutirato (2)
Etil-3-metilbutirato (2)
1-propil-2-metilpropionato (2)
3-metilbutilacetato (2)
2-metil-1-propil-2 metilpropionato (2)
Metilexanoato (1,2)
cis-3-hexelinacetato (2)
Metil heptanoato (1,2)
Metil octanoato (1,2)
Edietil benzoato (2)
Etil octanoato (1,2)
Metil salicilato (1)
1-octil acetato (2)
Etil fenilacetato (2)
Etil nonanoato (1)
Etil decanoato (1)
Etil heptanoato (1)
Etil palmitato (1,4)
Metil oleato (1,4)
Metil linoleato (1,4)

Nota: *(1) Fedeli y col. (1-4); (2) Flath y col. (5); (3) Lercker y col. (6); (4) Nawar (7-8)

puede iniciarse en períodos «desfasados» y desarrollarse a ritmos distintos en los diferentes cultivares, creando «modelos de maduración» diferenciados en relación con los parámetros utilizados. Son indicios de maduración el color de la epidermis y de la pulpa, la resistencia al desprendimiento del fruto, la compacidad de la pulpa (para la aceituna de mesa), el contenido en aceite o el porcentaje de abscisión (Cimato y col., 1988). El índice más conocido es el «índice de color» (definido como índice de maduración, IM) puesto a punto por investigadores de Jaén (España) a principios del decenio de 1970 y esquematizado en el cuadro 7.

CUADRO 7
CÁLCULO DEL ÍNDICE DE MADURACIÓN (DE COLOR)

$$IM = [(0*n0)+(1*n1)+(2*n2)+(3*n3)+(4*n4)+ +(5*n5)+(6*n6)+(7*n7)]/100$$

n es la frecuencia en cien aceitunas y 0 = aceitunas verdes;
1 = aceitunas con caída de la clorofila;
2 = inicio del envero;
3 = casi totalmente coloreadas externamente;
4 = coloreadas externamente, pero sin color en la pulpa;
5 = coloración superficial de la pulpa;
6 = coloración profunda de la pulpa;
7 = pulpa completamente oscura.

Fuente: Inst. Nac. de Investigaciones Agronómicas, Jaén, en Solinas y col. 1987.

En esta fórmula, los mismos números que identifican las clases de colores se emplean como multiplicadores, «ponderándose» así la evolución del fruto. El uso de estos índices debería ayudar a definir, para cada zona, cuándo se ha alcanzado un momento específico en la evolución de los otros caracteres relacionados con la maduración (Solinas, 1990).

La «maduración de recolección» (o «maduración de consumo»; Zucconi y col., 1978) indica el momento en que puede obtenerse de la planta la mayor cantidad de aceite (expresada en número de frutos en la planta y contenido por fruto). Este momento anuncia siempre el máximo rendimiento (% máximo de aceite en la sustancia fresca), coincide con las primeras caídas naturales y está determinado por los dos fenómenos opuestos de acumulación de sustancia grasa en las drupas e iniciación del desprendimiento de los frutos que han terminado el ciclo, desprendimiento que reduce el número de frutos y elimina «selectivamente» los más evolucionados, más ricos en aceite (Ciliberti y col., 1975; Fiorino, 1981).

En los cultivares de maduración compacta, esta fase es muy corta (3 - 4 semanas), mientras que se prolonga en las maduraciones más escalonadas, con períodos útiles para la recolección incluso de más de dos meses, ya que los dos fenómenos determinantes tienden a compensarse parcialmente. Basándose en estos indicios principales, se ha propuesto una clasificación agronómica de los cultivares (Fiorino y Nizzi Grifi, 1991) con la siguiente posible división en grupos:

- Inoleación precoz - maduración compacta: Leccino.
- Inoleación precoz - maduración escalonada: Carolea.
- Inoleación tardía - maduración compacta.
- Inoleación tardía - maduración escalonada: Coratina.

La variación del estado bioquímico de los frutos durante el período de maduración puede determinarse también midiendo su compacidad; en los cultivares más conocidos, 4 o 5 semanas después del endurecimiento del hueso se observa ya el ablandamiento de la pulpa, lo que corresponde a una disminución de las protopectinas (Solinas y Marsilio, 1987); los valores de compacidad y la velocidad de caída están predeterminados genéticamente.

En las aceitunas para aceite, que permanecen en la planta durante un largo período de tiempo, el fenómeno hace que el fruto sea más o menos sensible a los daños, inevitables en las operaciones de recolección y transporte a la almazara, comprometiendo su conservabilidad incluso para breves intervalos. Podría estar justificada así la relación entre el aumento de la acidez del aceite y la época de recolección determinada para cultivares y ambientes específicos (Montedoro 1984 y Garofolo 1984 ; Cimato y col., 1991) Mediciones realizadas sobre la compacidad de la pulpa indican, en Umbría, un descenso de los valores desde los ligeramente inferiores a los 600 g/cm² a los ligeramente superiores a 200 g/cm² en Leccino y poco menos de 300 en Moraiolo, con caída más precoz y más acentuada en la primera variedad (Pannelli y Servili, 1991); no se ha encontrado relación entre las variaciones de la compacidad y la composición química del aceite.

Una referencia más compleja, útil no ya para definir una época de recolección, sino más bien para hacer más completa la comprensión de la correlación entre los fenómenos simultáneos que se producen en el interior de una aceituna, es la relación entre las variaciones del rendimiento en % (aceite % ss) y la relación entre la absorción, en el espectrofotómetro, para las longitudes de onda de 664 nm y 540 nm (Solinas, 1980); de este índice resulta que, paralelamente a la evolución del fruto, se registra también una evolución del contenido en aceite.

Según algunos autores, el desarrollo del proceso influiría tanto más sobre las características del aceite, cuanto más pudiese contar con la acción de la matriz genética y con efectos iguales a los de la técnica de extracción (Montedoro, 1988).

Los datos que se ofrecen en la bibliografía sobre el tipo e importancia de las variaciones físico-químicas del aceite durante la maduración no son concordantes; probablemente se deba a las interacciones entre la matriz genética y el ambiente que, a su vez, comprende también las técnicas de cultivo; hace ya tiempo (Fiorino y Petruccioli, 1977) que se ha indicado la variabilidad de la composición acídica de los aceites procedentes de plantas del mismo cultivar y se ha observado la dificultad de identificar, incluso por los «componentes mayores», como los ácidos grasos, una distribución de los valores de la composición porcen-

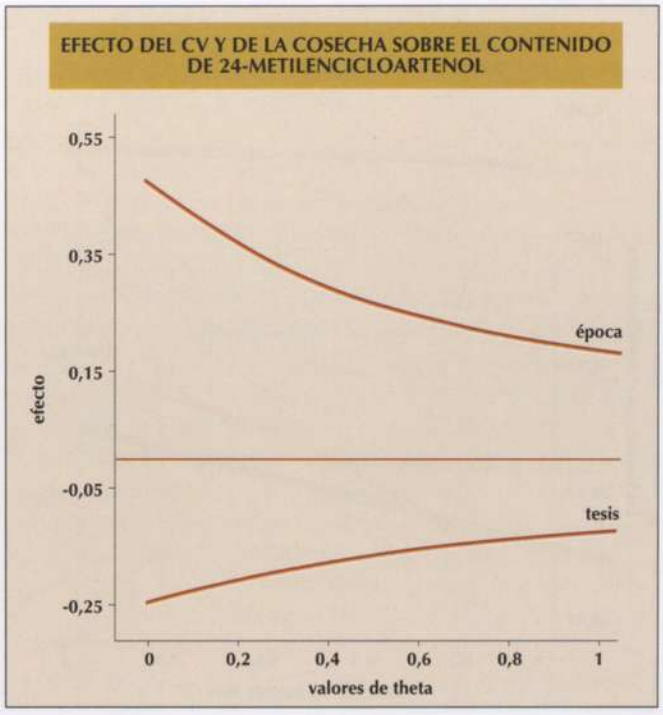


FIGURA 2. Efecto del cv y de la cosecha sobre el contenido de 24-metilencicloartenol.

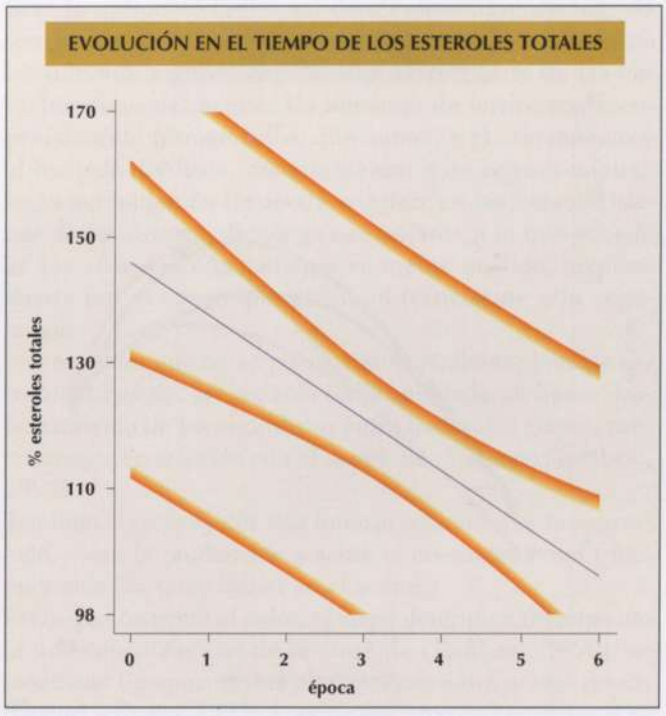


FIGURA 3. Evolución en el tiempo de los esteroles totales.

tual que permita distinguir entre muestras genéticamente distintas (Fiorino y Nizzi Grifi, 1991), al menos analizando estadísticamente las variaciones de cada uno de los componentes para unos pocos cultivares.

Con el tiempo y en situaciones agronómicas definidas, el ácido oleico parece relativamente constante (Bocci y col., 1990) o muestra un ligero aumento (Montedoro, 1989; Cimato y col., 1991; Modi y col., 1990; Fiorino y Nizzi Grifi, 1991) para un cultivar determinado, si bien esto parece contrastar con la afirmación de que el contenido porcentual de este compuesto disminuye con la latitud; esta tendencia podría deberse a influencias varietales o incluso parasitarias. Por lo menos en las «zonas frías», el contenido de los dos ácidos grasos saturados mayores (esteárico y palmítico), sobre todo del segundo, es menor (Modi y col., 1990; Fiorino y Nizzi Grifi, 1991), mientras que el contenido de linoleico aumenta (Modi y col., 1990; 1992); se trataría de un desplazamiento preferencial en la síntesis de los lípidos hacia C18:1 y C18:2, producido en la última fase de la maduración y enmascarado por la relativa abundancia de los lípidos preexistentes en la célula.

Al progresar la maduración de los frutos, disminuye en el aceite la cantidad de compuestos menores, aunque las tendencias varíen en las distintas familias químicas.

En los aceites de la Toscana, entre los hidrocarburos, el escualeno disminuye en casi el 10 % pasando en una campaña de 487 a 445 ppm (Modi y col., 1991). Los alcoholes alifáticos presentan a veces una variación en forma de campana, pero con tendencia al aumento, lo mismo que los triterpénicos (Modi y col., 1991; 1992); en este grupo se observan variaciones recíprocas con incrementos relativos del 24-metilencicloartenol a costa de otros del mismo grupo (Frega y Lercker, 1986). En una comparación entre Frantoio y Leccino, el efecto de la fecha de recolección es mayor que el de la acción de la matriz genética (Modi y col., 1992) (figura 2). Con la maduración disminuyen a veces los dioles (Fiorino y Nizzi Grifi, 1991) cuyos niveles son muy variables (cultivar/ambiente constantes) al principio de la estación de recolección, mientras que tienden a concentrarse en torno a la media cuando las aceitunas están más maduras.

Los tocoferoles, cuya evolución en el fruto, así como la influencia de la matriz genética se ignoran todavía, disminuyen lentamente en los aceites toscanos y su contenido ha sido un 25 % inferior cuando se han determinado en nuestras tomadas a los dos meses de iniciarse la campaña de recolección (Cimato y col., 1991).

También bajan los pigmentos, cuya disminución se ha medido en el tiempo, en aceites de Frantoio, por valoración espectrofotométrica de la clorofila y del (beta) caroteno (Modi y col., 1992). En general, se considera que el cultivar de maduración escalonada mantiene el color verde del aceite relativamente más tiempo que el de maduración precoz, incluso cuando la recolección se efectúa en épocas más avanzadas; la variación y la atenuación del color del aceite dependen, en realidad, de la velocidad de caída del cromoplasto del fruto, donde la clorofila puede estar presente pero enmascarada por otros pigmentos neoformados

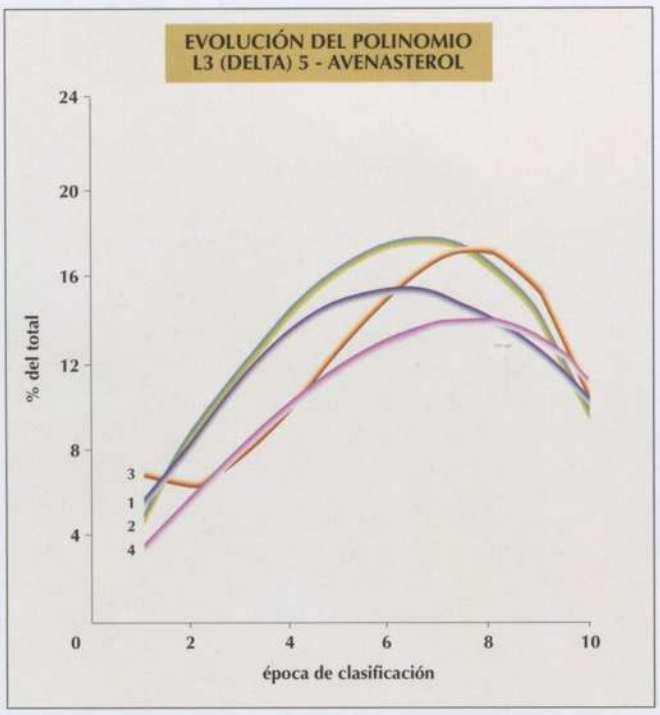


FIGURA 4. Polinomio de 3er orden (L3) de la evolución del (Delta)5 Avenasterol.

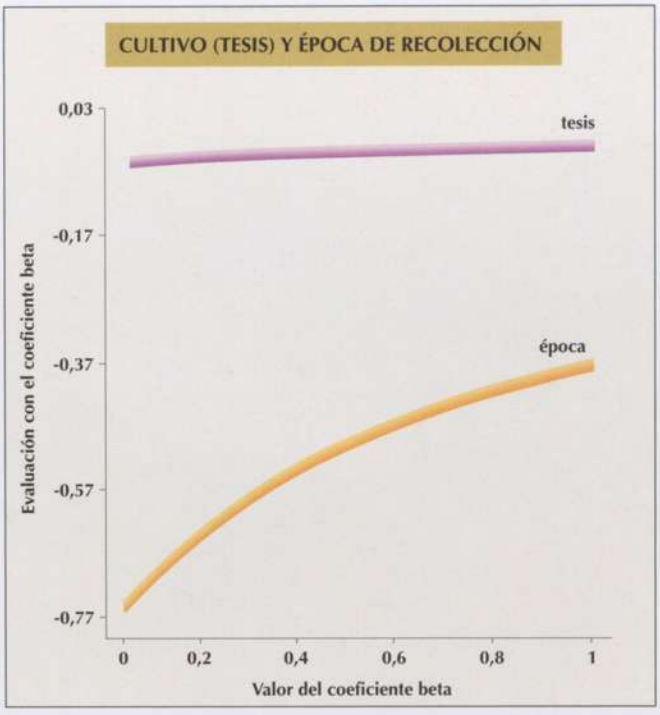


FIGURA 5. Efecto del cultivo (tesis) y de la época de recolección sobre los niveles de esteroles.

no liposolubles (Fiorino y Nizzi Grifi, 1991). La tecnología de extracción y separación puede modificar la cantidad de pigmentos liposolubles que pasa a las diversas fracciones aceite/agua /orujo, por lo que parece necesario profundizar más en su contenido en las diversas partes del fruto, en los mecanismos de extracción y en sus relaciones de dispersión en las distintas fracciones de elaboración.

En los aceites, el contenido total de esteroles varía (Camera y col., 1975; Modi y col., 1990) y es conocida la regresión entre la fecha de recolección y el contenido en esteroles totales en aceites monovarietales (figura 3); es típica la evolución del contenido en (delta)5-avenasterol (figura 4) (Fiorino y Nizzi Grifi, 1991), cuyo porcentaje aumenta primero en detrimento del (beta)sitosterol y después disminuye; según algunos investigadores (Camera y col., 1975) este componente alcanzaría su porcentaje más elevado en correspondencia con el máximo de inoleación. De cualquier forma, en estos componentes, el efecto de la «fecha de recolección» puede superar al de la matriz genética (figura 5), en regiones olivareras determinadas.

Probablemente, el grupo que experimenta mayores variaciones es el de los componentes polares menores del aceite. No hay opiniones concordantes sobre la dinámica de formación y determinación de los niveles de los distintos representantes de esta familia con el avance de la maduración, ni tampoco puede aventurarse una explicación idónea para conciliar las diversas opiniones sin una adecuada combinación de la metodología de obtención del aceite y de la fase fenológica del fruto, el año y el cultivar; según la mayoría de los autores, los polifenoles totales, expresados como ácido cafeico, disminuyen al avanzar la maduración (Cimato y col., 1988; Modi y col., 1991) mientras que, según otros, sus valores podrían oscilar, incluso aumentando, al menos durante el período de maduración examinado y según el sistema de extracción, produciéndose un incremento específico de la fracción compleja que contiene hidroxitirosol (Pannelli y col., 1991), mientras que baja la fracción compleja hidrolizable que contiene tirosol al menos en los cultivares Leccino y Moraiolo en Umbría; la fracción de tirosol procedería originariamente de la semilla (Maestro Durán, 1990), que parece, por tanto, perder importancia en la composición del espectro polifenólico.

La disminución de los polifenoles totales parece relativamente constante en cada cultivar, pero puede acelerarse en condiciones favorables de maduración (Modi y col., 1990) (figura 6); la influencia de la época de recolección no se limitaría a la disminución de la cantidad total, sino que variaría también la distribución relativa de los distintos polifenoles (Cimato y col., 1991).

Se admite que los aromas originales del fruto, por otra parte modestos, influyen poco sobre el aroma del aceite, y éste resulta controlado más directamente por los aromas de derivación.

Según algunos investigadores (Montedoro y Garofolo, 1984), habría también una correlación entre la maduración y los niveles de los aldehídos en el aceite, que aumentarían con la inoleación para empezar a descender durante la

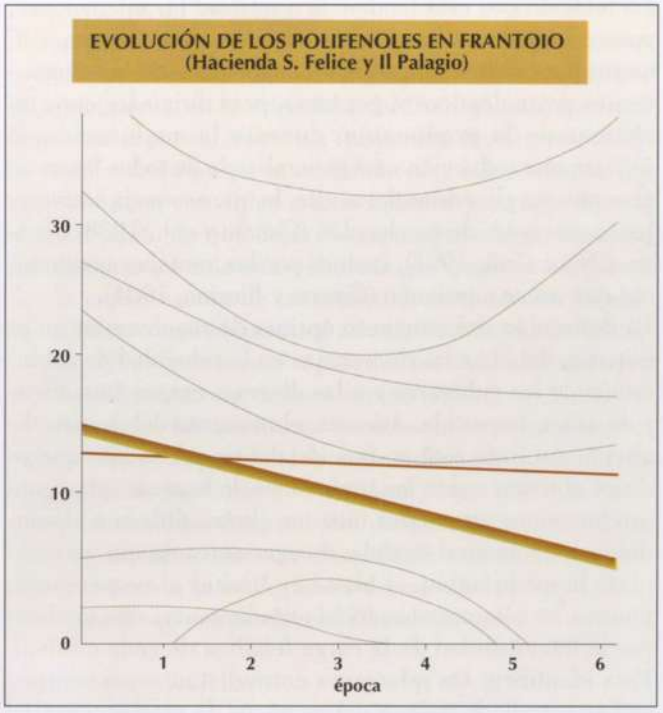


FIGURA 6. Evolución de los polifenoles en frantoio (Hacienda S. Felice y Il Palagio).

maduración verdadera del fruto, comportándose de forma opuesta a los alcoholes; el intento de relacionar el contenido de algunos componentes del aroma con el indice de color (IM) pone de manifiesto que los productos de mayor interés, incluso por las notas positivas que confieren al aceite, siguen un desarrollo «en campana» con el máximo desplazado hacia el comienzo del proceso de maduración (IM entre 2 y 4) (Solinas y col., 1987).

FACTORES TÉCNICOS. SELECCIÓN DE TÉCNICAS

Prácticas agronómicas

Cada labor de cultivo mejora las condiciones de producción de la planta. Por lo demás, para obtener un buen producto conviene aplicar «buenas» normas de cultivo y de extracción.

En el olivo, los modestos progresos de la producción no son comparables con los obtenidos con otros productos alimenticios y no se han puesto de manifiesto diferencias específicas en las características del aceite como consecuencia de la intensificación del cultivo; dada la actual dispersión de la olivicultura, es de desear una intensificación para recuperar recursos y mejorar la utilización de lo que, en términos energéticos y químicos, se suministra.

Fertilización y riego

El incremento de la productividad es un objetivo realizable en el olivo, incluso con el actual material genético, pero la aplicación racional de técnicas agronómicas de fertilización, normales actualmente en la fruticultura, no ha sido aún valorada desde el punto de vista de las características del aceite. Un aumento de fertilizantes, especialmente nitrogenados, que aumente el crecimiento y el cuajado del fruto, debería producir un retraso relativo en la acumulación de aceite e influir en las características de las drupas, de manera semejante a lo que sucede en los años de carga, aunque en menor medida, precisamente por el apoyo que presta el fertilizante a la vegetación.

Se considera que no se puede influir fácilmente en las características del aceite; sólo se ha señalado un ligero desplazamiento de los equilibrios entre los ácidos grasos, precisamente en relación con el aporte de nitrógeno (Tombesi, 1992).

También el riego ejerce una intensa acción sobre la vegetación, sobre la producción y sobre el crecimiento del fruto, pudiendo por tanto influir en el aceite.

En lo que respecta al color, el riego determina un aumento (o una conservación) de la clorofila (Tombesi, 1992); se modifican ligeramente las proporciones entre ácidos grasos (Dettori y Russo, 1992), aunque este tipo de compuestos se presente como relativamente estable (Rotundo y col., 1992), y los niveles de polifenoles (Stefanoudati y Kouzaftakis, 1992), más altos en ausencia de riego, y de esteroles; el agua del riego influye favorablemente en los componentes que contribuyen a la formación del aroma y de la frescura del aceite.

Otras prácticas

Todavía no está definido el papel de la forma y de las operaciones de poda, aunque cambien, al menos, los parámetros cuantitativos de la producción; al haberse conservado las producciones de la especie a niveles reducidos no ha sido posible explorar aún las consecuencias de una productividad exasperada sobre las características del aceite. Estudios recientes (Famiani y col., 1992) pueden poner de manifiesto una influencia negativa de la carga, no sólo sobre el rendimiento en aceite, como era previsible, sino también sobre el contenido en polifenoles y la resistencia a la oxidación. El efecto de la edad de la planta (Rugini y Fedeli, 1990) está sin definir por falta de comparaciones adecuadas; en muchos cultivares, los datos disponibles contemplan solamente nuevas plantaciones o, acaso, plantas rejuvenecidas.

Defensa

Entre los muchos parásitos del olivo, el más temible ciertamente es la mosca de la aceituna (*Bactrocera oleae* [Gmelin]), causante en el pasado de carencias y endémica en las áreas olivícolas tradicionales. Este insecto ataca al fruto cuando ya ha crecido y durante un largo período de tiempo, por lo que puede provocar la pérdida de una parte de la producción o de toda ella, o bien hacer incomestible el

aceite de las aceitunas atacadas, muchas veces recogidas del suelo; la magnitud del daño «económicamente tolerable» es objeto de debates y difícil de evaluar, ya que es preciso determinar la relación entre la época de la infestación, la fecha del primer ataque importante, la variación de la temperatura, el intervalo de la recolección, el depósito en el granero de aceitunas y las características del producto.

La presencia de un 10-15 % de frutos con picaduras fértiles cambia sustancialmente las características organolépticas del aceite, aparte de las determinaciones instrumentales de la acidez y de los peróxidos. Los ataques de orden superior aumentan las dificultades de recolección, transporte y conservación de los frutos, que degeneran rápidamente; en presencia de ataques masivos, se modifica la propia composición acídica (Benfatto y col., 1990), parece que aumentan los ácidos grasos saturados (Parlati y col., 1992) y disminuye el contenido de ácido oleico; esta afirmación, común a investigadores de países distintos, plantea ciertas reservas sobre análisis realizados en el pasado en partidas comerciales y referentes a la composición acídica de aceites procedentes de zonas caracterizadas por inviernos suaves, con intensos ataques de la mosca.

La valorización del producto ha convencido de la necesidad de realizar campañas contra este parásito, cuyos ataques hacen perder categoría a los aceites aunque la infestación esté contenida (Montedoro y col., 1985; Cirio y di Cicco, 1990); se destaca el doble mecanismo de los daños causados por la mosca: directo para el consumo de la pulpa, e indirecto, al alojarse con el insecto en zonas cálidas algunos hongos y, en particular, una Sphaeropsis, que es causa de intensa actividad enzimática.

Época y técnicas de recolección

Los frutos separados de la planta terminan su evolución bioquímica, cristalizándola durante un breve período, por lo que la selección del momento de la recolección es actualmente el factor que más influye en la calidad de la producción (Montedoro, 1988). Los estudios realizados sobre la recolección mecánica han puesto de manifiesto que las características del aceite cambian con el paso del tiempo (datos CEMEDETO, en Fiorino, 1977); posteriormente se ha intentado comprender los factores que determinan los cambios (Fiorino, 1977; 1981) hasta tratar de definir químicamente las diferencias inducidas por el desarrollo del fenómeno.

La estación de recolección se extiende normalmente durante un período de dos a cuatro meses, según los años y las zonas; a pesar del desarrollo tecnológico, está condicionada por la disponibilidad de mano de obra, por la capacidad de transformación de las instalaciones y por la tradicional resistencia de los agricultores a iniciar las operaciones prematuramente, cuando el rendimiento en aceite de los frutos suele ser bajo.

En relación con esta tendencia a retrasar las operaciones, parece importante hacer la recolección en momentos concretos para obtener equilibrios específicos de los componentes organolépticos y, por tanto, para dirigir las características de la producción; durante la maduración se registra una reducción casi generalizada de todos los componentes no glicéridos del aceite, lo que aconseja anticipar las operaciones de recolección (Cimato y col., 1988; Fiorino y Nizzi Grifi, 1991), incluso por las ventajas agronómicas que así se consiguen (Cimato y Fiorino, 1984).

La definición del momento óptimo de recolección no es unívoca, debido a las diferencias en la velocidad de maduración de los cultivares y a las diversas cargas aromáticas y de sabor de partida. Además, el momento del desprendimiento del fruto está en función del tipo de aceite que se desee obtener, según las tradiciones de la zona; salvo para producciones especiales (aceites claros, dulces o almendrados), en general se debe recoger antes de que se complete la maduración, si bien hay límites al respecto impuestos no sólo por el reducido rendimiento, sino también por la tolerabilidad de la carga fenólica de cada cultivar. Para identificar las relaciones entre distintos parámetros, se han estudiado índices agronómicos de recolección (IR) (Modi y col., 1990) que relacionan el rendimiento en aceite de las drupas con el nivel de polifenoles, tratando de conciliar las exigencias productivas con las características organolépticas.

Se considera que, en condiciones normales, el momento óptimo, desde el punto de vista cuantitativo-cualitativo, se produce cuando el soleo oscila entre el 15-20 %, considerando que «los períodos precedentes son más fiables que los posteriores» (Tombesi, 1992).

La recolección puede ser manual, mecánica o realizada con instrumentos auxiliares (Fiorino, 1973). Por el elevado coste y la escasez de mano de obra, las esperanzas apuntan, en todo momento, a la recolección mecánica, que tarda en despegar por la baja eficiencia productiva de los olivos (a veces inferior a 300 g de producto por m^3 de copa en plantaciones intensivas) y por el reducido porcentaje de desprendimiento de los frutos de la planta a causa de las características de las aceitunas, dotadas de una elevada relación resistencia/peso; esta relación disminuye con la maduración, muy rápidamente en los cultivos de maduración compacta y más lentamente en los de maduración escalonada; el soleo se controla de modo inverso.

Para incrementar la eficacia de las máquinas sacudidoras se utilizan diversas sustancias, incluso de acción hormonal, sobre la conveniencia de cuyo empleo se han planteado algunas dudas (Fiorino, 1981); aparte de los daños en la vegetación, la variabilidad de respuesta y, a veces, las diferentes velocidades de acción sobre los frutos en distintas fases de desarrollo, algunas sustancias, como el mismo alpechín, muy eficaces y económicas, se reflejan en las características del aceite.

Conservación de los frutos

El desprendimiento de las drupas es un episodio traumático que puede causar daños, en general subestimados por los agricultores, en la estructura del fruto que, aunque esté sano, está expuesto a veces a fenómenos de degeneración; los tejidos de la pulpa se reblandecen y las células, ricas en aceite, son sensibles a laceraciones y compresiones, hasta el punto de que debe desaconsejarse la recolección con sacos, sobre todo en condiciones de temperatura suave. Con la conservación de los frutos, decaen a veces las características organolépticas y aromáticas del aceite (Montedoro, 1992), con mayor rapidez si los frutos están lesionados por las técnicas de recolección (vareo).

En todo caso, las aceitunas recolectadas se colocan en capas de poco espesor sobre estructuras que permitan la ventilación de los frutos y se elaboran, como máximo, entre tres y cuatro días después del desprendimiento en las zonas de inviernos duros, reduciéndose este período a medida que avanza la maduración o aumenta la temperatura, para impedir que se produzcan fermentaciones.

Sistemas de extracción

Sobre la eficacia de los diversos sistemas de obtención del aceite se dispone, desde hace tiempo, de una amplia bibliografía (Cucurachi, 1975) y son conocidos los influjos que cada uno de los sistemas ejerce sobre la acidez del aceite. También hace tiempo se empezó a comprobar la influencia de los distintos sistemas de extracción sobre otros componentes químicos y sobre las características organolépticas específicas del aceite virgen (Solinas y col., 1975) en función asimismo de la compatibilidad con las normas de comercialización y con reglas adecuadas para reducir la contaminación; una vez establecidas las evaluaciones organolépticas, se han tenido en consideración otras características distintas del rendimiento y los posibles defectos estructurales de los aceites vírgenes.

Los distintos sistemas pueden resumirse, de modo muy simplista, en función del mecanismo de rotura del fruto y en razón del sistema de separación del aceite de la fracción restante del fruto originario. Entre estas dos fases se inserta normalmente el batido (remezclado de la pasta), que resulta indispensable para favorecer la coalescencia de las gotitas oleosas; en esta fase se activan las reacciones enzimáticas que dan lugar también a procesos de oxidación y se modifican las relaciones en el fraccionamiento de los compuestos menores del aceite, con aumento de los aldehídos y disminución de la carga total de polifenoles (Montedoro, 1992; Servili y col., 1992).

La trituración puede conseguirse con estructuras derivadas de dos tecnologías distintas (trituradores de piedra y metálicos) según el material empleado.

La piedra fue el único material disponible para esta operación hasta finales del siglo XIX, y la producción del aceite es, prácticamente, la última operación agrícola en utilizar un proceso tan tradicional. A su vez, los trituradores metálicos pueden dividirse en dos categorías: los de martillos y los de cilindros, con diversos dispositivos técnicos para mejorar la eficacia y las características del trabajo.

Hay algunas diferencias entre los dos grupos citados:

a) Con las muelas de piedra granítica, que determinan una reducida trituración del hueso, se produce también, probablemente, un moderado efecto sobre la piel y un aplastamiento de los tejidos del mesocarpio sin aumento de la temperatura; la pasta es adecuada para la posterior separación por presión sin necesidad de dispositivos especiales.

b) Con los trituradores de martillos, los más extendidos entre los metálicos (diversos modelos), se tiende a una mayor homogeneización de la pasta, con mayor dispersión del aceite en los coloides y con un aumento de la temperatura por impacto y fricción sobre la pasta; este fenómeno tiene intensidades variables en función de los dispositivos utilizados. Con el uso de trituradores se gana en velocidad y se facilita la mecanización de los movimientos de la pasta y la limpieza de los instrumentos.

La separación del aceite puede realizarse por tres procedimientos:

1) Separación del orujo y el mosto oleoso por presión y luego separación del alpechín y el aceite; es el sistema tradicional, que hoy utilizan las centrifugadoras para la segunda fase.

2) Separación del aceite de la pasta por diferencia de tensión superficial (percolación).

3) Separación del aceite de la pasta, fluidificada a veces con agua, por centrifugación.

El sistema 2 produce solamente un agotamiento parcial de la pasta; en efecto, la eficiencia (o velocidad) de extracción es función inversa del contenido de aceite, de modo que, para que el sistema resulte económico, debe suspenderse la acción cuando se ha recuperado el 60-70 % del aceite.

El residuo se extrae con el sistema 3. Los aceites obtenidos seguidamente son similares por la composición en ácidos grasos, esteroles y alcoholes, débilmente diversificados por índices reológicos (sólo está influido el valor de los peróxidos), pero su sabor es diferente (Fiorino, Informe del Ministerio de Agricultura, 1991).

Pueden efectuarse diversas combinaciones entre los sistemas de trituración y de separación, así como otras operaciones, menos extendidas, para la preparación de las pastas (Di Giovacchino, 1990), como el deshuesado; existe probablemente una interacción entre matriz genética-época de recolección-sistema de extracción que caracteriza el producto.

Son muy escasas las investigaciones encaminadas a aclarar de modo comparable la acción de un solo sistema de molienda; el sistema de muelas permite la obtención de aceites más ricos en sustancias volátiles y polifenoles, menos amargos y picantes (Angerosa y Solinas, 1990); la velocidad de trituración con martillos modifica algunas de

las características organolépticas del aceite (Solinas, 1990) y se han señalado cambios en la estabilidad y en el contenido en antioxidantes naturales cuando se trabaja en ciclo continuo (Di Gioacchino y Solinas, 1992). Debe prestarse una atención especial a las características del aceite en las que pueda influir la separación propiamente dicha, porque los principios físicos de ésta son fundamentalmente distintos y son diferentes también los equilibrios que se establecen entre las diversas fases durante la extracción.

El aceite obtenido de modo cuasi tradicional (suele utilizarse la centrifugadora), que constituye el «punto de referencia», presenta un equilibrio de los componentes menores polares en las diversas fases, definido por la velocidad de separación y por fenómenos de partición aceite-alpechín; mediante extracciones preferenciales con los tres sistemas distintos se pueden modificar las características organolépticas y estructurales del producto, como la resistencia a las oxidaciones, el enranciamiento y la resistencia al tiempo (Cortesi y Fedeli, 1983; Pannelli y col., 1991).

Las distintas tecnologías, sobre todo las malas, producirían índices de hidrólisis distintos de los compuestos menores polares (Fedeli, 1991), y las diferencias entre estos índices podrían utilizarse para evaluar las operaciones posteriores a la recolección.

La combinación molino-prensa-centrifugadora (a-1), definida como tradicional, determina la mayor recuperación de aceite, gracias a la posibilidad de operaciones múltiples sobre la pasta o/y el empleo de elevadas presiones de régimen; es un sistema relativamente lento (discontinuo), sensible a errores y que requiere mucha mano de obra cualificada.

La combinación martillos-centrifugadora (b-3) es rápida, íntegramente mecanizable, de fácil gestión, aunque presenta el riesgo del uso de temperaturas elevadas, negativas desde el punto de vista «cualitativo».

Si las aceitunas se elaboran frescas, no se han determinado diferencias sustanciales entre los distintos sistemas en cuanto a composición acídica, complejos de insaponificables ni acidez libre; el sistema b-3 daría lugar, a veces, a un sabor más amargo (Angerosa y Solinas, 1990; Solinas, 1990), mientras que el sistema b-2 lleva a la formación de aceites de coloración menos intensa y más perfumados que el sistema b-3; una comparación entre los sistemas a-1 y b-3 realizada con 96 muestras, y representativa de una campaña de recolección en un territorio definido (Toscana), puso de manifiesto que en los análisis químicos de los aceites aparecen pequeñas diferencias (a favor del sistema tradicional), mientras que, analizando las características organolépticas, casi el 70 % del sistema b-3 resultaba bueno y óptimo, en tanto que el porcentaje baja en torno al 20 % para la combinación a-1 (Cimato y col., 1991), por la aparición de defectos olfativos y de gusto. Parece claro que la difusión de una nueva tecnología se dirige hacia el sistema b-3, que permite una gran eficacia; es probable que este hecho provoque el cambio de algunos caracteres del aceite y, con el tiempo, de los gustos.

El sector se encuentra en rápida evolución y nuevas aplicaciones, como la adición de polvos drenantes o enzimas a la pasta para acelerar y mejorar la eficiencia de los sistemas de extracción, parece que están en condiciones de modificar sustancialmente (Montedoro, 1992) un método que se ha mantenido indiscutido durante más de dos mil años.

USO DE ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS PARA LA DEFINICIÓN Y EL CÁLCULO DE MODELOS DE CLASIFICACIÓN

Los modelos de clasificación y las técnicas estadísticas a ellos ligadas pueden constituir instrumentos de gran interés para abordar los problemas que surgen en relación con las zonas de origen y la calidad del producto (Alessandri y col., 1991; Alessandri y col., 1992) y la taxonomía de cultivares o de clones (Casini y col., 1992), porque, si están debidamente contrastados, validados y ensayados, permiten una aproximación, no sólo de tipo explorativo, sino también de tipo predictivo.

Un buen modelo permite trabajar operativamente con problemas de reconocimiento, atribución y decisión; es, pues, un instrumento que va más allá del aspecto cognoscitivo del contexto a que se enfrenta.

Muchos sistemas expertos se basan en modelos de clasificación; deben mencionarse al respecto los trabajos de Aparicio y col. (1987), Derde y col. (1987), Aparicio (1988), Aparicio y col. (1988), Aparicio y col. (1990), Aparicio (1991), Aparicio y col. (1991a), Aparicio y col. (1991b).

El momento cognoscitivo (Armanino y col., 1989; Alessandri, 1991) sigue siendo indispensable, por lo general, para la puesta a punto de un modelo de clasificación, y son muchas las técnicas que contribuyen a hacerlo posible. Algunas de ellas se explicarán sumariamente a continuación.

La fase exploratoria y descriptiva tiene una importancia especial, ya que la propia posibilidad de funcionamiento de un modelo se basa en la certeza del correcto conocimiento y atribución de un conjunto de observaciones «de aprendizaje» que constituyen lo que podríamos denominar la «base de conocimientos», con un término tomado del lenguaje PROLOG.

Considerando un conjunto de muestras de aceite en las que se han efectuado una serie de análisis químicos y que sabemos que proceden de dos o más zonas de producción, podemos referirnos a ellas como «observaciones» (u «objetos»); la zona de producción se denomina «variable (o criterio) de clasificación», y suele ser de tipo cualitativo; cada una de las determinaciones químicas genera, en cam-

bio, una «variable de análisis», normalmente cuantitativa, y se expresa en términos numéricos; el conjunto de observaciones se denomina «conjunto estadístico».

Si consideramos un sistema de ejes cartesianos, sobre los cuales se llevan los valores tomados por una de las variables de análisis, podemos asociar a cada observación un punto en un espacio que tenga tantas dimensiones como variables de análisis se consideran.

El conjunto de los puntos que así representan las observaciones correspondientes constituyen la «dispersión»; es evidente que el límite está en la visualización gráfica de más de tres variables y en la necesidad de definir otras vías para estudiar fenómenos n-dimensionales para $n > 3$: más adelante volveremos a ocuparnos de este tema (reducción de la dimensionalidad).

Es conveniente subrayar que se habla de análisis «multivariable» cada vez que se considera más de una variable (y, por lo tanto, más de una dimensión) a la vez y que es posible representar (en un diagrama de dispersión) las distintas modalidades de una variable de clasificación recurriendo a colores o símbolos diferenciados en lugar de simples puntos. Así se pueden «visualizar» posibles agrupaciones de observaciones pertenecientes a la misma clase, independientemente del criterio seguido para la clasificación conocido a priori, y se facilita la exploración de las observaciones consideradas (variabilidad, evolución, correlaciones, agrupamientos, etc.).

ANÁLISIS DE LAS COMPONENTES PRINCIPALES

Se dispone de diversos sistemas de cálculo que permiten orientar al investigador hacia una clasificación de las observaciones; en este campo de aplicación, el método más sencillo es el Análisis de las Componentes Principales (PCA, del inglés Principal Component Analysis), mucho más flexible y con numerosas aplicaciones.

Esta técnica permite explorar las relaciones entre variables, hace factible la descripción y representación de fenómenos multidimensionales y permite aislar las informaciones útiles de los «rumores» en el interior de un grupo de variables, entre las que no se hace ninguna distinción entre dependientes e independientes.

El primer objetivo del PCA es obtener un pequeño grupo de combinaciones lineales (componentes principales) de un conjunto de variables (cuantitativas) inicial, sin pérdida apreciable de información útil, pero también con reducción del «rumor de fondo» e identificación de los *outliers* (Armanino y col., 1989).

Sobre las componentes principales es, pues, posible realizar análisis de los *clusters*, determinar modelos de regresión, calcular modelos de clasificación, encontrar relaciones y vinculaciones entre las variables originales, consideradas individualmente o por grupos, y las propias componentes.

Las componentes principales deben su nombre a la característica de describir, de modo óptimo, la variabilidad del conjunto en observación: la primera PC obtenida puede imaginarse como la recta mejor ajustada al diagrama de dispersión de las observaciones en el espacio n-dimensional de las variables de análisis consideradas, la segunda como la mejor ajustada a la variabilidad residual y así sucesivamente.

ANÁLISIS DE LOS *CLUSTERS*

El análisis de los *clusters* tiene por objeto:

- Establecer si es posible reconocer agrupaciones (clusters) en un conjunto determinado de observaciones.
- Identificar los propios clusters.
- Describir los elementos en la posición 2, esteroles.
- Describirlos estadísticamente.

Entre las aplicaciones destaca el trabajo de Ferreira (1985), que identifica ocho *clusters* distintos correspondientes a otras tantas zonas de producción de Portugal, utilizando el PCA en los análisis de acidez, peróxidos, espectrometría U.V., índice de Bellier, ácidos grasos en posición 2, esteroles.

Tsimidou y col. (1987) aplican la PCA al análisis de ácidos grasos y triglicéridos (que parecen ser más indicativos) para identificar grupos por zonas de procedencia de aceites griegos.

Armanino y col. (1989) aplican el análisis de los *clusters* (*average lynkage method*) a las cinco primeras componentes principales, sacadas de una matriz de datos obtenida por análisis químico de aceites toscanos, para obtener una zonificación de la región basada en las características de los aceites mismos, con resultados de buena aproximación.

Zupan y Massart (1989) utilizan el *three distance method* sobre análisis de la fracción acídica; Alessandri (1990) aplica, en cambio, distintas técnicas de análisis de los *clusters* sobre variables originales o/y transformadas para definir, dentro de Toscana, subgrupos de variables capaces de identificar zonas de producción homogéneas, teniendo en cuenta también la época de recolección de la aceituna y, sobre todo, la «capacidad» de los modelos propuestos, más allá de la variabilidad anual.

Aparicio y col. (1991a) usan el *average distance method* para agrupar, según la zona de procedencia, 97 aceites, cosechados en 1988 en la provincia de Jaén (España).

ANÁLISIS DISCRIMINANTE

El análisis discriminante trata conjuntos de observaciones en las que:

- Se conocen los grupos o clases (por ejemplo, zona de producción, cultivar, etc.).
- Se definen una o más variables cuantitativas (por ejemplo, análisis químico, levantamientos carpométricos, etc.).

En esta definición encaja el análisis discriminante dirigido a la producción de modelos de clasificación (clasificatorio), el análisis discriminante canónico y el análisis discrimi-

nante *step-wise* (paso a paso), que tiende a la reducción de la dimensionalidad de los modelos.
Para este tema concreto, remitimos a Hand (1981); Lachenbruch y col. (1968); Lachenbruch (1975); Seber (1984), así como a Frank y col. (1989) para las aplicaciones relacionadas con la olivicultura.

Modelos de clasificación

El análisis discriminante clasificatorio (llamado también, sencillamente, «análisis discriminante») permite desarrollar una regla matemática, basada en las variables cuantitativas tomadas en consideración, para atribuir una observación a una de las clases con la mínima posibilidad de error.
Suministra los instrumentos para clasificar observaciones de pertenencia desconocida o dudosa, basadas en todo lo «aprendido» por medio de observaciones de pertenencia cierta: es decir, permite la construcción de modelos de clasificación operativos.
Se divide en numerosos métodos, paramétricos o no: es posible determinar funciones discriminantes lineales (LDA, del inglés Linear Discriminant Analysis) o cuadráticas (QDA, de Quadratic Discriminant Analysis); con el QDA no se requieren supuestos sobre la homogeneidad de las matrices de covarianza dentro de las clases.
Con los métodos no paramétricos de análisis discriminante (Hand, 1982) no se requieren supuestos sobre la normalidad de las distribuciones dentro de las clases.
La técnica de someter al LDA o al QDA variables transformadas por rangos, propuesta por Conover e Iman (1980), recogida por Seber (1984) y aplicada a análisis químicos de muestras de aceites toscanos por Alessandri (1991), Alessandri y col. (1992), Cimato y col. (1992), aparece, en cambio, como un puente entre los métodos paramétricos y los no paramétricos.
También se están experimentando métodos distintos del análisis discriminante para construir modelos de clasificación de los aceites; por ejemplo, Derde y col. (1982) utilizan SIMCA para clasificar aceites italianos; Frank y Lanteri (1989) comparan LDA, SIMCA y CART; en cambio, Aparicio y col. (1987, 1988, 1990, 1991a; 1991b) y Derde (1987) trabajan con sistemas expertos.

Variables canónicas y CDA

El análisis discriminante canónico (CDA, del inglés Canonical Discriminant Analysis) tiene como objetivos:
- Determinar las combinaciones lineales (definidas como variables canónicas) de las variables cuantitativas consideradas que mejor sintentizan la variabilidad entre las clases.
- Seleccionar un conjunto de pocas variables canónicas que puedan sustituir ventajosamente, con fines de clasificación de los datos, a las numerosas (en comparación con las canónicas) variables cuantitativas de partida.
- Proporcionar una ayuda para la comprensión y representación (incluso gráfica) del fenómeno considerado.

Las variables canónicas tienen la característica de no tener correlación entre sí y, como las componentes principales, son combinaciones lineales de las variables originales.
La interpretación y utilización de las variables canónicas han sido discutidas y tratadas por Kleckas (1980) y Seber (1984); las aplicaciones a la olivicultura se deben a Sarrión Martínez y col. (1986), Aparicio y col. (1987, 1988, 1990), Alessandri y col. (1992).

Reducción de la dimensionalidad

Son muchas las técnicas para reducir la dimensionalidad de un fenómeno, con objeto de hacer más factible su comprensión y representación.
Entre ellas se encuentran el análisis discriminante *step-wise* (paso a paso) y la utilización de algunos de los resultados del PCA y/o del CDA.
El análisis discriminante *step-wise* tiene por objeto:
- La determinación de las variables más importantes para la correcta clasificación de las observaciones.
- La eliminación del modelo de las variables que resultan poco útiles para este fin.

El análisis discriminante *step-wise* busca directamente este objetivo con eliminación y/o inmisión progresiva (paso a paso) de una variable cada vez en el modelo, por medio de distintos criterios de evaluación posibles (Aparicio y col., 1988; Alessandri 1991; Alessandri y col., 1991).
Operativamente, mediante el empleo del PCA y de la CDA, se elige en cambio un subconjunto de PC (Principal Component) o CV (Canonical Variables) que se considera adecuado para describir de modo satisfactorio el conjunto considerado; a continuación se introducen en el modelo las variables de partida más ligadas a las componentes principales o a las variables canónicas seleccionadas; como alternativa, el modelo se puede construir sobre estas últimas.

Validación cruzada de los modelos y evaluación de la eficacia discriminatoria

La «validación cruzada» (método *leaving-one-out* = «eliminar uno») consiste en clasificar cada una de las observaciones (de un conjunto n) basándose en el criterio discriminante sacado de las otras (n - 1) observaciones, por lo que requiere recalcular esa función tantas veces como observaciones haya.
La validación cruzada *leaving-one-out* evita que surjan errores de atribución artificiosamente bajos, que no constituyen una buena estimación del poder discriminatorio real del modelo; ha sido aplicada por Sarrión Martínez y col. (1986), Alessandri (1991), Alessandri y col. (1991, 1992); existen también métodos *leaving-more-out* (Leardi y Paganuzzi, 1987), en los que las observaciones que se dejan fuera constituyen una muestra casual, > 1, del conjunto considerado.

Una descripción más detallada sobre la estimación de la capacidad de predicción de los modelos y de los métodos de validación cruzada aparece en Lachenbruch y Mickey, 1968; Lachenbruch, 1975; Seber, 1984.

No parece posible tomar en consideración, ni siquiera con fines puramente exploratorios, modelos no sometidos a valoración cruzada (Lachenbruch y col., 1968), a causa de la más que posible destrucción de su eficacia discriminatoria en el momento de ensayarlos con observaciones distintas de aquellas sobre las que se ha calculado el modelo mismo.

El método de la validación cruzada es aplicable también al cálculo de las componentes principales (Alberghina y col., 1991) y de los modelos de regresión. Es importante subrayar que la eficacia discriminatoria de un modelo no se debe evaluar solamente basándose en la totalidad de los errores de atribución, con un criterio meramente cuantitativo, aunque esté basado en una oportuna validación cruzada; en muchos casos puede ser más importante evaluar la calidad de los errores mismos, dotando al modelo de una matriz de riesgo.

Es decir, se trata de dar pesos distintos a errores distintos, o de dar preferencia a modelos orientados a no cometer cierto tipo de errores, eventualmente en detrimento de la precisión para otras atribuciones que se consideran menos graves si son erróneas (Alessandri, 1991; Alessandri y col., 1992).

En modelos de ayuda al diagnóstico precoz, por ejemplo, puede ser tolerable clasificar como enfermo a un sujeto sano (ulteriores determinaciones corregirían el error), pero debe evitarse clasificar como sano a un sujeto en peligro.

Desde este punto de vista, puede ser útil dotar a los modelos de umbrales de probabilidad mínima de atribución: una observación se atribuye a una clase determinada solamente si la probabilidad de atribución supera el umbral previamente elegido; de lo contrario no se clasifica de ningún modo. Así se ponen de manifiesto las atribuciones «débiles» (Alessandri, 1991; Alessandri y col., 1992), y es posible evaluar la «capacidad» del modelo con respecto a incrementos progresivos del umbral mismo.

Otro parámetro de evaluación nos lo da la dispersión del error de atribución por clases que, en general, se trata de minimizar con una distribución homogénea de las atribuciones erróneas entre las clases (o entre algunas de ellas si se adopta una matriz de riesgo).

Aplicaciones

El uso de los diversos sistemas matemático-estadísticos ha creado una importante masa de estudios, entre las que parece importante individualizar los trabajos relativos a las variaciones del producto «aceite de oliva» al variar el origen, entendido como resultante del cultivar, zona de producción, técnica agronómica, tiempos y técnicas de recolección, métodos de elaboración y conservación, y todo lo que contribuya a tipificar un producto alimentario. Alternativamente, existe una amplia y explorada área de caracterización del aceite de oliva extravirgen, desde el punto de vista de la identificación química de sus componentes. Aquí, el análisis se limitará a lo que se ha hecho para captar «si» existen componentes del aceite de oliva extravirgen que cambian con el origen constante y regularmente, «cuáles» son y «cómo» cambian, y para construir, sobre la base de informaciones de este género, modelos de clasificación.

Forina y Tiscornia (1982) aplicaron técnicas de análisis discriminante para clasificar aceites de oliva italianos según su región de origen, partiendo del análisis de la fracción acídica; en el mismo año, Derde y col. (1982) se ocuparon de modelos de clasificación obtenidos con el método SIMCA.

Seguidamente, Forina y Tiscornia (1983) acometieron el problema de la variabilidad anual, considerando como criterio de clasificación el año de producción.

Sobre esta base, parece desarrollarse la sucesiva elaboración de las informaciones.

El-Sharkawy y col. (1984) examinaron la caracterización de los aceites egipcios basándose en los cultivares de procedencia, sobre todo con respecto a la acidez; Derde y col. (1984) utilizaron el método SIMCA para clasificar con éxito los aceites ligures, según la zona de procedencia, basándose en siete ácidos grasos; Vasconcelos (1985), aun llegando a la conclusión de que no parecía posible, intentó clasificar los aceites portugueses basándose en la zona de producción, utilizando el color. No todos los trabajos experimentales son «homogéneos»: Sarrión y col. (1986) seleccionaron los ácidos palmítico y palmitoleico por su eficacia discriminatoria, mientras que Forcadell y col. (1988) propusieron tres modelos en los que la mayor importancia para la correcta atribución de las observaciones se daba a los ácidos aráquico, linoleico, oleico, esteárico y linolénico.

López Sabater y col. (1986), utilizando el análisis discriminante sobre la fracción acídica para determinar el cultivar de procedencia de 51 muestras, señalaron que los ácidos palmitoleico, esteárico, linoleico y linolénico eran los principales responsables de la separación de las observaciones. También Derde y Massart (1986) aplicaron el método VNEQ, como alternativa al SIMCA, para clasificar aceites procedentes de nueve regiones italianas basándose en la fracción acídica. Aparicio y col. (1987) enfocaron el problema de la clasificación de los aceites utilizando un sistema experto (denominado SEXIA), con objeto de definir la zona de origen y la variedad de procedencia, partiendo de un pool de análisis químicos que comprendían la acidez, la espectrofotometría U.V. y visible, los esteroles, ácidos grasos, alcoholes y fitoles, alcoholes triterpénicos. El sistema se basaba en el empleo de reglas derivadas de varios métodos de análisis discriminante clasificatorio y canónico, y en técnicas *step-wise* de selección de las variables (Aparicio y col., 1988, 1990); el sistema se comparó también con

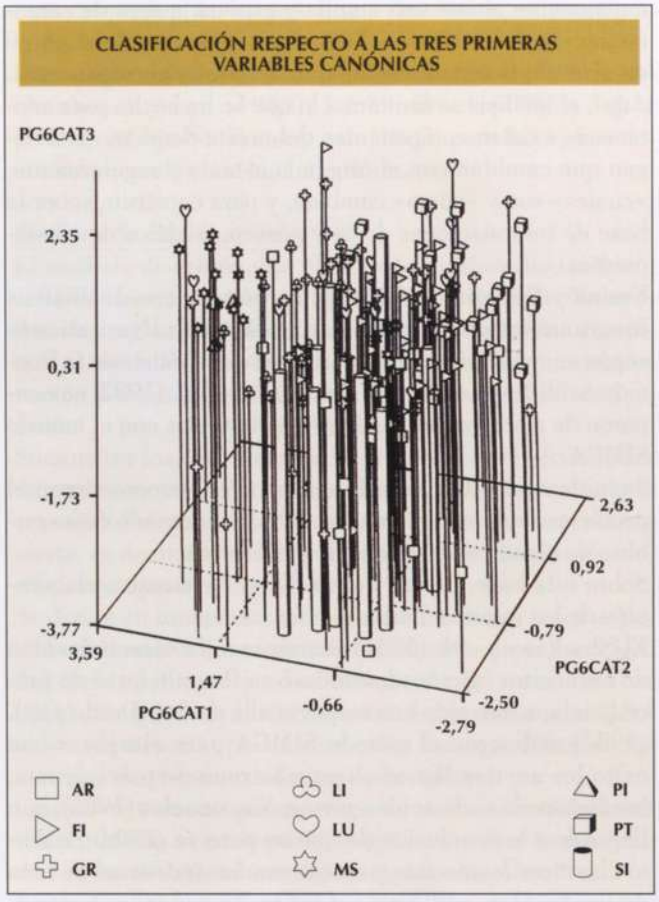


FIGURA 7. Análisis discriminante canónica sobre variables normalizadas y estandarizadas por rangos según Blom.

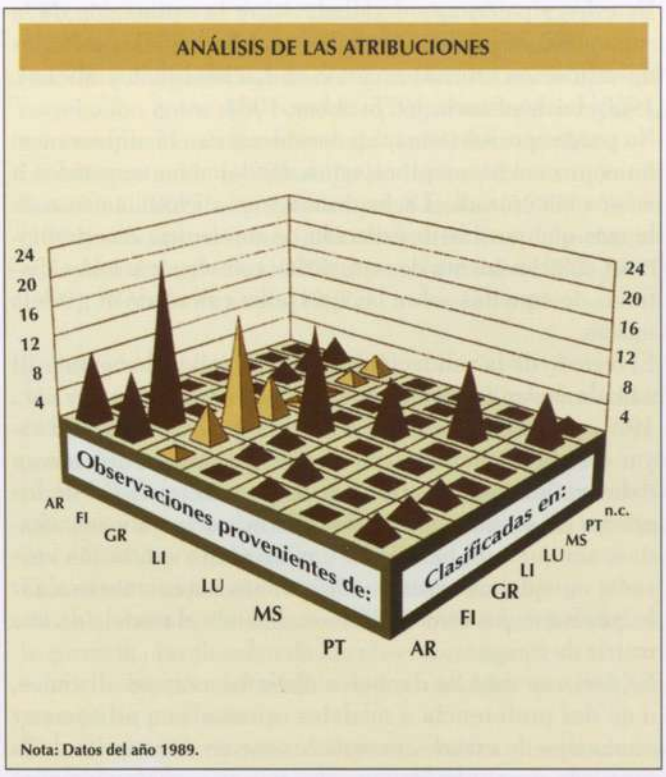


FIGURA 8. Análisis de las atribuciones. Método de Kernel sobre 10 variables (ácidos grasos).

el paquete BMDP en relación con la selección de las variables importantes para la clasificación de los cultivares de procedencia (Aparicio, 1988).

También Derde y col. (1987) trabajaron con sistemas expertos aplicados a la clasificación de los aceites, mientras que Aparicio y col. (1991 a y b) continúan desarrollando y experimentando SEXIA.

Leardi y Paganuzzi (1987) han distinguido entre sí los aceites griegos, españoles y tunecinos utilizando la fracción esterólica y la acidez.

Por último, Graciani (1987) se ha ocupado del problema de la caracterización de aceites españoles basándose en los cultivares y en la zona de procedencia por medio del análisis de los triglicéridos.

Alberghina y col. (1991) hicieron una clasificación geográfica de los aceites sicilianos, basándose en las fracciones esterólica y acídica.

Alessandri (1991) y Cimato y col. (1991, 1992) consideraron 77 variables procedentes de análisis químicos (acidez, peróxidos, espectrofotometría U.V. y visible, alcoholes y fitoles, ácidos grasos, esteroles y escualenos, componentes menores polares, tocoferoles) sobre 270 muestras de aceites de oliva extravírgenes producidos en Toscana en las campañas 1988-1989 y 1989-1990, con objeto de investigar la posibilidad de poner a punto modelos sometidos a validación cruzada, estables desde el punto de vista de la variabilidad anual y capaces de clasificar correctamente los aceites basándose en la zona de procedencia o en la época de recolección; se tenían en cuenta también, de manera diferenciada, los diversos errores posibles y un umbral mínimo de atribución, y se proponían criterios de selección aplicados con métodos *step-wise* que llevan a la formulación de modelos de dimensionalidad reducida de grupos químicamente homogéneos de variables.

Alessandri y col. (1991) formularon un modelo de clasificación de los aceites toscanos basado en variables derivadas del análisis de los componentes menores polares (normalizadas y estandarizadas por rangos) y sobre el QDA, modelo orientado al reconocimiento de muestras caracterizadas por el hecho de proceder de drupas recolectadas precozmente. Seguidamente, Alessandri y col. (1992) elaboraron un modelo de clasificación sometido a valoración cruzada, del cual se adjuntan el diagrama de dispersión (figura 7) de las observaciones en el espacio de las tres primeras variables canónicas sacadas de las variables normalizadas por rangos, la matriz y el gráfico (figura 8) de las atribuciones.

El modelo (con un umbral mínimo de atribución de 0,45) utiliza el método del «kernel» para el reconocimiento de la zona de producción de aceites toscanos, basándose en aná-

lisis de la fracción acídica; con umbral mínimo de atribución de 0,45, resulta estable en los dos años considerados, e interesante cuando se ha comprobado con observaciones excluidas de su construcción.

Ferreiro y Aparicio (1992) han estudiado la composición química de los aceites andaluces y formulado modelos que clasifican las muestras según la altitud de las zonas de procedencia; los modelos se han ensayado con éxito incluso con muestras de otras campañas (1989) y de zonas diversas.

CONCLUSIONES

El uso de modelos de clasificación está todavía poco difundido porque se discute aún la metodología utilizada para su construcción y es poco conocida su aplicabilidad a muchos contextos; el cálculo de modelos, tanto del tipo descriptivo como del predictivo, puede incluir «variables» de naturaleza diversa (análisis físicos, físico-químicos, químicos, organolépticos, etc.) y dar origen así a otras tantas problemáticas.

Es necesario crear una base «cierta» de conocimientos de referencia, en la que se conozcan las fuentes de variación y los efectos sobre las características examinadas.

Parece indispensable relacionar este tipo de instrumentos con la investigación de los aspectos y los mecanismos biológicos, fisiológicos y bioquímicos responsables de la variabilidad, ligada a zonas, cultivares, prácticas agronómicas y tecnología de extracción, variabilidad que los modelos ponen de manifiesto, pero que no pueden interpretar.

BIBLIOGRAFÍA

ALBERGHINA, G.; CARUSO, L.; FISICHELLA, S.; MUSUMARRA, G. «Geographical classification of Sicilian olive oils in terms of sterols and fatty acids content». *J. Sci. Food Agric.*, Vol. 56, pp. 445-455. 1991.

ALESSANDRI, S. «La caratterizzazione di campioni di olio extravergine di oliva in base alla zona di provenienza ed all'epoca di raccolta delle drupe». *SUGITALIA'91 proceedings, SAS Institute*. Florencia, 24-27 septiembre, 1991.

ALESSANDRI, S.; CIMATO, A.; MATTEI, A., MODI, G. «La caratterizzazione di campioni di olio extravergine di oliva toscano in base alla zona di provenienza delle drupe, mediante il contenuto in acidi grassi». *Atti «Giornate scientifiche SOI»*. Ravello (SA), 8-10 abril, 1992.

ALESSANDRI, S.; CIMATO, A; MATTEI, A.; MODI, G. «Characterization of Tuscan olive oil by variation of polyphenol composition with harvesting period». *Colloquium chemiometricum mediterraneum 1991 (proceedings)*. S. Miniato (PI), 21-24 octubre, 1991.

ALESSANDRI, S.; CRESCENZI, A.; CASELLI, S.; MARRANCI, M. «Frazione alcoolica e fitolo nella discriminazione delle cultivar di provenienza di oli di oliva toscani». *Atti del Congresso «Olive Oil Quality»*. Florencia, 1-3 diciembre , pp. 249-252. 1992.

AMIOT, M. J.; FLEURIET, A.; MACHEIX, J. J. «Caractérisation des produtis de dégradation de l'oleuropeine». *Phytochemistry, 28*, pp. 67-69. 1989.

ANGEROSA, F.; SOLINAS, M. «Influenza della frangitura sulle caratteristiche di qualità dell'olio di oliva». *Seminario Internazionale «Olio d'oliva e olive da tavola: Tecnologia e qualità»*, Città S.Angelo, 25-28 abril, pp. 135-146. 1990.

APARICIO, R. «Characterization of food by inexact rules: the SEXIA expert system». *Journal of Chemometrics*, Vol. 3, pp. 175-192.

APARICIO, R. «Caracterización de aceites de oliva vírgenes andaluces: proyecto SEXIA». *Informaciones técnicas 13/91*, Junta de Andalucía. 1991.

APARICIO, R.; ALBI, T.; CERT, A.; LANZON, A. «SEXIA expert system: canonical equations to characterize Spanish olive oil by varieties». *Grasas y Aceites*, Vol. 39, pp. 219-228. 1988.

APARICIO, R.; ALBI, T.; LANZON, A.; NAVAS, M. A. «Sexia an expert system to oils identification data base from olive-grove zones». *Grasas y Aceites*, Vol.38, pp. 9-14. 1987.

APARICIO, R.; FERREIRO, L.; CERT,A.; LANZON A. «Characterization of Andalusian virgin olive oil». *Grasas y Aceites*, Vol. 41, pp. 23-39. 1990.

APARICIO,R.; FERREIRO, L.; LEARDI,R., FORINA, M. «Building decision rules by chemometric analysis: application to olive oil». *Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems*, Vol. 10, pp. 349-358. 1991a.

APARICIO, R.; FERREIRO, L.; RODRIGUEZ, J. L. «Characterization of foods by combining relational and lineal decision rules. Application to virgin olive oil of Malaga». *Grasas y Aceites*, Vol. 42, pp. 132-42. 1991b.

ARMANINO, C.; LEARDI, R.; LANTERI, S.; MODI, G. «Chemometric Analysis of Tuscan Olive Oils». *Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems*, Vol. 5, pp. 343-354. 1989.

BALDI, A.; ROMANI, A.; VINCIERI, F. F. «Studio di alcuni composti fenolici presenti nelle drupe di olea europaea». *Atti del Congresso «Olive Oil Quality»*, Florencia, 1-3 diciembre, pp. 257-265. 1992.

BENFATTO, D.; LONGO, S.; PANDOLFI, S.; PARLATI, M. V.; PATTI. I. «Caratteristiche qualitative dell'olio in relazione dacica della cv. *Nocellara etnea*». *Atti del Convegno «Problematiche qualitative dell'olio di oliva»*, Sassari, 6 novembre, pp. 193-212. 1990.

BOCCI, F.; FREGA, N.; LERCKER, G. «Studio della frazione lipidica delle diverse parti della drupa di olivo e dell'olio di pressione corrispondente». *Atti del Convegno «Problematiche qualitative dell'olio di oliva»*, Sassari, 6 noviembre, pp. 275-286. 1990.

CAMERA, L.; ANGEROSA, F.; CUCURACHI, A. «L'evoluzione della frazione sterolica dell'olio con il procedere della maturazione delle olive». *Ann. Ist. Sper. Elaiot.*, Vol. V, pp. 69-104. 1975.

CASINI, E.; ALESSANDRI, S.; DEMARCO, G. «Individuazione, preselezione e studio, di presunti cloni di Castagno nei comuni di Caccuri e Castelsilano, della provincia di Catanzaro, per la produzione di materiale vivaistico, e la raccolta di risorse genetiche». *Atti «Giornate scientifiche SOI»*, Ravello (SA), 8-10 abril, 1992.

CHAVES DAS NEVES, H. J.; VASCONCELOS, A. M. P. «Characterization of fatty oils by pattern recognition of triglycerides profiles». *Journal of high resolution chromatography and chromatography communication*, Vol. 12, pp. 226-229. 1989.

CHRISTAKIS, G.; FORDYCE, M. K.; KURTZ, C. S. «Les aspects biologiques et médicaux de l'huile de'olive». *Conseil Oléicole International*, Miami, USA, p 61. 1982.

CIMATO, A. «La caratterizzazione dell'olio extravergine *tipico toscano*». 1990.

CIMATO, A.; FIORINO, P. «Olive: vantaggi della racolta precoce». *Giorn. Agric.*, 94, pp. 42. 1984.

CIMATO, A.; MODI, G.; ALESSANDRI, S.; MATTEI, A. «Caratteristiche e peculiarità dell'olio extra vergine di oliva prodotto in Toscana». *L'Informatore Agrario*, No. 18, 55, pp. 76. 1992.

CIMATO, A.; MODI, G.; MATTEI, A.; NICCOLAI, M.; ALESSANDRI, S. «La caratterizzazione dell'olio extravergine «tipico toscano». Il anno di ricerca» Florencia, *C.R.O.E.V.O.T.T.*, diciembre, 1991.

CIMATO, A.; NIZZI GRIFI, F.; FIORINO, P. «La maturazione delle olive. Variazioni di alcuni componenti principali dell'olio». *Atti del Convegno «Gli aspetti fisiologici della cascola, della maturazione, della conservazione e della trasformazione post raccolta dei frutti»*, Turín, 3-4 octubre, 1988.

CIMATO, A.; SANI, G.; MATTEI, A.; OSTI, M. «Cultivars and environment as regulating factors in polyphenol and tocopherol contents of the tuscan oil». *Acta Horticulturae*, No. 286, pp. 457-460. 1990

CIRIO, U.; DI CICCO, G. «Integrated pest control in olive cultivation». *Acta Horticulturae*, No. 286, pp. 323-337. 1990.

CONOVER, W.; IMAN, R. L. «The rank transformation as a method of discrimination with some examples». *Commun. Stat. Theor. Methods A*, 9, pp. 465-487. 1980.

CORTESI, N.; FEDELI, E. «I composti polari di oliva vergine. Nota 1». *Rivista Italiana delle Sostanze Grasse*, Vol. LX, junio, pp. 341-351. 1983.

CUCURACHI, A. «Nuovi sistemi di estrazione dell'olio dalle olive». *Ann. Ist. Sper. Elaiot.*, Vol. V, pp. 155-176. 1975.

D'AMRE, R.; IANNOTTA, N.; PERRI, L. «Contributo allo studio delle principali cultivar di olivo presenti in Calabria». *Annali Ist. Sper.olivicultura di Cosenza*. 1977

DERDE, M. P.; BUYDENS, L.; GUNS, C.; MASSART, D. L.; HPKE, P. K. «Comparison of rule-building expert systems eith pattern recognition for the classification of analytical data». *Anal.Chem.*, Vol. 59, pp. 1.868-1.871. 1987.

DERDE, M. P.; COOMANS, D.; MASSART, D. L. «SIMCA (soft independent modeling of class analogy) demonstrated with characterization and classification of Italian olive oil». *Journal of the Association of Official Chemists*, Vol. 67, pp. 721-727. 1984.

DERDE, M. P.; COOMANS, D.; MASSART, D. L. «Effect of scaling on class modeling with the SIMCA method». *Analytica Chimica Acta*, Vol. 141, pp. 187-192. 1982.

DERDE, M. P.; MASSART, D. L. «VNEQ: a disjoint modelling technique for pattern recognition based on normal distribution». *Analytica Chimica Acta*, 15 Ref. 184, pp. 33-51. 1986.

DETTORI, S.; RUSSO, G. «Influenza delle cultivar e del regime idrico sullo spettro acidico dell'olio vergine di oliva». *Atti del Congresso «Olive Oil Quality»*, Florencia, 1-3 diciembre, pp. 309-311. 1992.

DI GIOVACCHINO L. «L'estrazione dell'olio dalle olive mediante doppia lavorazione. Nota I: resultati ottenuti con l'abbinamento pressione-centrifugazione». *Actas del Seminario Internacional «Aceite de oliva y aceitunas de mesa: tecnología y calidad»*. Città S. Angelo (PE), 25-28 abril, 1990.

DI GIOVACCHINO L., SOLINAS M. «Aspetti qualitativi e quantitativi delle produzioni olearie ottenute dalla doppia lavorazione con i sistemi continui e discontinui. Nota I». *Actas del Congreso «Olive Oil Quality»*, Florencia, 1-3 diciembre, pp. 315-316. 1992.

DIONISI F., AMELOTTI G., CERT A. «Recenti acquisizioni per la valutazione delle caratteristiche di qualità dell'olio extravergine di oliva». *Actas del Congreso «Olive Oil Quality»*, Florencia, 1-3 diciembre, pp. 209-214. 1992.

EL-SHARKAWY, A. A.; EL-MAHDY, R. M.; ISMAIEL, A. I.; DABASH, A. S. «Studies on the oils of three olive varieties». *Annals of Agricultural Science, Ain Shams University*, Vol. 29, pp. 831-840. 1984.

FAMIANI, F. «Relazione tra cultivar, sistemi di estrazione e conservazione nel contesto di una definizione non convenzionale di qualità». *Atti del Convegno «Qualità dell'olio di oliva: naturalità, ricerca e tecnologia*, Venecia, pp. 29-56. 1991.

FEDELI, E. «Relazione tra cultivar, sistemi di estrazione e conservazioni nel contesto di una definizione non convenzionale di qualità». *Acti del Convegno «Qualità dell'olio di oliva: naturalità, ricerca e tecnologia*, Venecia, pp. 29-56. 1991.

FERREIRA DIAS, M. S. L. «Grouping of olive oil-producing districts of Portugal by principal component analysis». *Bol. Inst. de Azeite e Produtos Ol.*, Vol. 13, pp. 87-123. 1985.

FERREIRO, L.; APARICIO, R. «Influencia de la altitud en la composición química de los aceites de oliva vírgenes de Andalucía. Ecuaciones matemáticas de clasificación». *Grasas y Aceites*, Vol. 42, pp. 149-156. 1992.

FIORINO, P.; NIZZI GRIFI, F. «Maturazione delle olive e variazioni di alcuni componenti dell'olio». *Olivae*, No. 35, pp. 25-33. 1991.

FIORINO, P.; PETRUCCIOLI, G. «Influenza della maturazione delle olive sul tipo el la qualità dell'olio». *Riv. It. delle Sostanze Grasse*, Vol. 54, pp. 206-212. 1977.

FIORINO, P. «La raccolta meccanica delle olive problemi e prospettive». *Ann. Ist. Sper. per la Olivicoltura*, Vol. 1, pp. 1-16. 1973.

FIORINO, P. «Parametri fisici e chimici della maturazione delle olive e riflessi sull'impiego dei prodotti che facilitano l'abscissione». *Atti «Seminario sull'impiego dei fitoregolatori»*. Florencia, 1977.

FIORINO, P. «Impiego del CEPA (Etherel) nel controllo della maturazione ed abscissione delle olive». *CNR, P.F. «Los fitorreguladores en el control de la producción de los árboles frutales»*. Ferrara, 26-27 marzo, pp. 55-75. 1981.

FIORINO, P. «Varietà, agrotecniche ed ambiente sulla tipicizzazione delle produzioni olivicole». *Atti del Convegno «Problematiche qualitative dell'olio di oliva»*. Sassari, 6 noviembre, pp. 11-22. 1990.

FIORINO, P. «Tecnica agronomica, raccolta delle olive e caratteristiche dell'olio». *Giornata di Studio sulla «Definizione di qualidà per l'olio di oliva»*. Spoletto, 24 de abril, pp. 11-20. 1991.

FIORINO, P.; LOMBARDO, N.; SETTINERI, D.; CILIBERTI, A. «La maturazione delle olive: evoluzione simultanea di un certo numero di fattori». *Ann. Ist. Sper. per la Olivicultura*, Vol. III, pp. 25-46. 1975.

FORCADELL, M. L.; LOPEZ, M. C.; DE LA TORRE, M. C. «Classification of virgin olive oils from different origin by discriminant analysis». *Rivista Italiana delle Sostanze Grasse*, Vol. 65, pp. 213-214. 1988.

FORINA, M.; ARMANINO, C.; LANTERI, S.; CALCAGNO, C.; TISCORNIA, E. «Valutazione delle caratteristiche chimiche dell'olio di oliva in funzione dell'annata di produzione mediante metodi di classificazione multivariati». *Riv. It. delle Sostanze Grasse*, Vol. LX, octubre, pp. 607-613. 1983.

FORINA, M.; TISCORNIA, E. «Pattern Recognition Methods in the Prediction of Italian Olive Oils Origin by their Fatty Acid Content». *Annali di Chimica*, Vol. 72, pp. 143-156. 1982.

FRANK, I. E.; LANTERI, S. «Classification models: discriminant analysis, SIMCA, CART». *Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems*, Vol. 5, pp. 247-256. 1989.

FREGA, N.; LERCKER, G. «Componenti lipidici minori della drupa di olivo in diversi stadi della maturazione». *Rivista It. Sostanze Grasse*. Vol. LXIII, pp. 393-398. 1986.

GALOPPINI, C.; FIORENTINI, R. «Lavorazione delle olive e qualità dell'olio». *Giornata di Studio sulla «Definizione di qualità per l'0lio di oliva»*. Spoleto, 24 abril, pp. 21-28. 1991.

GRACIANI CONSTANTE, E. «Characterization of virgin olive oil of Spain. II. Triacylglycerol composition determined by high-performance liquid chromatography». *Grasas y Aceites*, Vol. 38, pp. 294-302. 1987.

GUTIÉRREZ GONZÁLEZ-QUIJANO, R.; GUTIÉRREZ ROSALES, F. «Quick method for defining and classifiyng the colour of virgin olive oils». *Grasas y Aceites*, Vol. 37, pp. 282-284. 1985.

HAND, D. J. «Discriminations and classification». *Wiley*, Nueva York. 1981.

HAND, D. J. «Kernel discriminant analysis». *Wiley*, Nueva York, 1982.

KLECKA, W. R. «Discriminant analysis». *Sage publications*, Newbury Park. 1980.

LACHENBRUCH, P. A. «Discriminant analysis». *Hafner Press*, Nueva York. 1975.

LACHENBRUCH, P. A.; MICKEY, M. R. «Estimation of error rates in discriminant analysis». *Technometrics*, Vol. 10, pp. 1-11. 1968.

LAVEE, S.; WODNER, M. «Factors affecting the nature of oil accumulation in fruit of olive (*Olea europaea L.*) cultivars». *J. Hort. Science*, Vol. 66, pp. 583-591. 1991.

LAVEE, S. «Evolution of cultivation techniques in olive growing». *Atti del Congresso «Olive Oil Quality»*, Florencia, 1-3 diciembre, pp. 37-44.1992.

LEARDI, R.; PAGANUZZI, V. «Characterization of the origin of extravirgin olive oils by chemometric methods applied to the sterol fraction». *Rivista Italiana delle Sostanze Grasse*, Vol. 64, pp. 131-136. 1987.

LERCKER, G.; CAPELLA, P.; DESERTI, P. L. «Sulle sostanza volatili ed aromatiche dell'olio extravergine di oliva». *Scienza e tecnologia degli alimenti*, p 5. 1983.

LÓPEZ SABATER, M. C.; BOATELLA RIERA, J.; TORRE BORONAT, M. C. DE LA. «Application of discriminant analysis to the differentiation of oils from different olive varieties». *Revue Française des Corps Gras*, Vol. 33, pp. 65-67. 1986.

MAESTRO DURAN, R. «Relationship between the composition and ripening of the olive and quality of the oil». *Acta Horticulturae*, No. 286, pp. 441-451. 1990.

MATTEI, A.; SIMIANI, G.; TACCHI, S.; CASELLI, S. «Studio sulla componente idrocarburica di oli toscani». *Atti del Congresso «Olive Oil Quality»*. Florencia, 1-3 diciembre, pp. 339-240. 1992.

MICHELAKIS, N. «Il miglioramento della qualità dell'olio d'oliva in Grecia. Passato, presente e futuro.» *Olivae*, No.42, 22-30. 1992.

MÍNGUEZ-MOSQUERA, M. I.; GARRIDO-FERNÁNDEZ, J. «Clorophyll and carotenoid presence in olive fruit (*Olea europaea*)». *J. Agr. Food Chem.*, Vol. 37, pp. 1-7. 1989.

MODI, G.; ALESSANDRI S.; CRESCENZI, A. «Metodi chemiometrici applicati alla componente acidica di oli di oliva toscani per l'individuazione di cultivar diverse». *Atti del Congresso «Olive Oil Quality»*, Florencia, 1-3 diciembre, pp. 171-180. 1992.

MODI, G.; FABBRIBI, A.; SIMINAI, G., TRACCHI, S.; MATTEI, A.; CIMATO, A. «Studio di componenti della frazione insaponificabile di oli toscani ottenuti da varie cultivar». *Boll. Chimic. Igien.*, Vol. 42, pp. 787-801. 1991.

MODI, G.; NIZZI GRIFI, F.; FIORINO, P. «Maturazione delle drupe e caratteristiche dell'olio in Frantoio e Leccino nel Chianti». *Atti del Convegno «Problematiche qualitative dell'olio di oliva»*. Sassari, 6 noviembre, 1990.

MODI, G.; NIZZI GRIFI, F.; FIORINO, P. «Crescita, maturazione dei frutti e caratteri dell'olio in cultivar toscane». *Atti del Congresso «Olive Oil Quality»*, Firenze, 1-3 diciembre, pp. 87-92. 1992.

MODI, G.; SIMIANI, G.; NIZZI GRIFI, F. «Diminuzione di clorofilla e di ß-carotene in olive della cultivar Frantoio durante la maturazione». *Bol. Chim. Igienisti*, Vol. 43, pp. 141-161. 1992.

MONTEDORO, G.; ANICHINI, F.; FANTOZZI, P. «Composés phénoliques de l'huile d'olive: leur influence sur la technologie d'extraction, sur la résistence à l'oxydation et sur les caractéristiques organolèptiques de l'huile». *Foglio FAO*, pp. 39-55. septiembre, 1979.

MONTEDORO, G.; BERTOCCIOLI, M.; ANICHINI, G. «Flavor of foods and beverages». *Ac. Press*. N.Y.. 1972.

MONTEDORO, G.; GAROFOLO, L.; SENSIDONI, A. «Infestazione di olive da Dacus oleae e caratteristiche qualitative degli oli vergini». *Riv. It. Sostanze Grasse*, Vol. LXII, octubre, pp. 565-567. 1985.

MONTEDORO, G.; GAROFOLO, L. «Caratteristiche qualitative degli oli vergini di oliva. Influenza di alcune variabili: varietà, ambiente, conservazione, estrazione, condizionamento del prodotto finito». *Riv. It. Sostanze Grasse*, Vol. LXI, Marzo, pp. 157-168. 1984.

MONTEDORO, G. «I fattori tecnologici responsabili della qualità degli oli vergini di Oliva». *Uliveto*. 1992.

MONTEDORO, G. «Tecnologia e caratteristiche qualitative dei grassi alimentari». *Atti Convegno «Il ruolo delle sostanze grasse nell'alimentazione umana»*. Florencia, 19 de noviembre, pp. 21-28. 1983.

MONTEDORO, G. «Olio: Varietà e tecnologia influenzano la qualità». *Terra e Vita*, No. 48, pp. 28-30. 1988.

MONTEDORO, G. «I composti fenolici e la qualità dell'olio». *Terra e Vita*, No. 48, pp. 42-43. 1989.

OLIAS, J. M.; GUTIÉRREZ, F.; DOBARGANES, M. C.; GUTIÉRREZ, R. «Componentes volátiles en el aroma del aceite de oliva. IV. Su evolución e influencia en el aroma durante el proceso de maduración de los frutos en las variedades Picual y Hojiblanca». *Grasas y Aceites*, Vol. 31, pp. 391-401. 1980.

PAGANUZZI, V. «Utilità della determinazione di steroli ed eritrodiolo nella individuazione dell'origine degli oli di oliva vergini mediante metodi chemiometrici». *Olivae*, Anno IV, No. 16, pp. 19-22. 1987.

PANNELLI, G.; SERVILI, M. «Osservazioni poliennali sulle variazioni di parametri agronomici durante la maturazione di frutti di cultivar precoci e tardive di olivo». *Giornata di Studio sulla «Definizione di qualità per l'olio di oliva»*. Spoleto, 24 abril, pp. 69-92. 1991.

PANNELLI, G.; SERVILI, M.; BADIOLI, M.; MONTEDORO, G. «Changes in the phenolic and pectic substances in olive fruit and oil as a function of ripeness, cultivar and extraction technology». *Olea*, No. 21, septiembre, 1991.

PANNELLI, G.; SERVILI, M.; BADIOLI, M.; MONTEDORO, G. «Osservazioni poliennali sulle variazioni qualiquantitative di oli ottenuti da cultivar di olivo con diverso modello di maturazione» *Atti «Giornate Scientifiche SOI»* 1992, Ravello (SA), 8-10 abril. 1992.

PARLATI, M. V.; PETROCCIOLI, G.; FODALE, A.; MULE, R.; PANDOLFIS, S. «Effetti della infestazione dacica sulla qualità dell'olio e variazioni dei parametri qualitativi in rapporto alla conservazione» *Atti del Congresso «Olive Oil Quality»*, Firenze, 1-3 diciembre, pp. 351-352. 1992.

PETROCCIOLI, G. «Parametri qualitativi del prodotto finito». *Olivicoltura, Elaiotecnica e Olio di Oliva*, No. 1, pp. 32-40. 1988.

ROTUNDO, A; RUGGIERO, C.; D'ANTONIO, P. «Riflessi dell'irrigazione sull'efficienza produttiva dell'olivo e sui parametri qualitativi dell'olio». *Atti del Congresso «Olive Oil Quality»*, Firenze, 1-3 diciembre, pp. 369-371. 1992.

RUGINI, E.; FEDELI, E. «Olive (*Olea europaea L.*) as an Oilseed Crop». *Biotechnology in Agriculture and Forestry*, Vol. 10, pp. 593-641. 1990.

SARRIÓN MARTÍNEZ, N.; LÓPEZ SABATER, M. C.; DE LA TORRE BORONAT, M. C. «Differentiation of olive oils of the Origin Denominations (Borges Blanques and Siurana) using the discriminant analysis». *Grasas y Aceites*, Vol. 37, pp. 188-190. 1986.

SEBER, G. A. F. «Multivariate observations». *Wiley*: Nueva York. 1984

SERVILI, M.; BALDIOLI, N.; MONTEDORO, G. F. «I meccanismi che influenzano la concentrazione di polifenoli nell'olio vergine di oliva». *Atti del Congresso «Olive Oil Quality»*, Firenze, 1-3 diciembre, pp. 375-376. 1992.

SERVILI, M.; MONTEDORO, G. F.; PANNELLI, G. FAMIANI, F. «Influenza delle variabili pedologiche, tecnologiche e varietali sulla qualità degli oli vergine di oliva». *Atti del Convegno «Problematiche qualitative dell'olio di oliva»*, Sassari, 6 noviembre, pp. 231-245. 1990.

SOLINAS, M. «L'évaluation des caractéristiques organolèptiques d'huile d'olive vierge». *Ann. Ist. Sper. Elaiot.*, Vol. 10. 1987.

SOLINAS, M. «La qualità dell'olio di oliva ed i fattori che la influenzano». *Atti del Convegno «Problematiche qualitative dell'olio di oliva»*, Sassari, 6 noviembre, pp. 23-56. 1990.

SOLINAS, M. «Essame di un regolamento». *Uliveto Italia*, No. 20, pp. 18-19. 1992.

SOLINAS, M. «Essame di un regolamento». *Uliveto Italia*, No. 21, pp. 18-19. 1992.

SOLINAS, M.; ANGEROSA, F.; MARSILIO, V. «Indagino su alcuni componenti dell'aroma degli oli vergini di oliva in relazione alla varietà delle olive». *Rivista italiana delle sostanze grasse*, Vol. LXV, pp. 361-368. 1988.

SOLINAS, M.; BANDINO, G.; ORRU, V. «Relazione intercorrente fra parametri agronomici delle olive e qualità degli oli estratti». *L'informatore Agrario*, 14, pp. 65-68. 1992.

SOLINAS, M.; DI GIOVACCHINO, L.; CUCURACHI, A. «I polifenoli delle oliva e dell'olio di oliva. Nota 2a: Indagine preliminare sull'incidenza delle tecniche operative adottate per l'estrazione dell'olio». *Ann. Ist. Sper. Elaiot.*, V, pp. 129-154. 1975.

SOLINAS, M.; DI GIOVACCHINO, L.; CUCURACHI, A. «I polifenoli delle oliva e dell'olio d'oliva. Nota 1a: Variazioni che subiscono alcuni polifenoli delle oliva col procedere della maturazione». *Ann. Ist. Sper. Elaiot., V.*, pp. 105-128. 1975.

SOLINAS, M.; MARSILIO, V. «Correlazione tra costituenti pectici e consistenza della polpa delle olive. Nota 1: Influenza del processo de maturazione». *Ann. Ist. Sper. Elaiot.*, Vol. X. 1984/1987.

SOLINAS, M.; MARSILIO, V.; ANGEROSA, F. «Evoluzione di alcuni componenti dell'aroma degli oli vergini di oliva in relazione al grado di maturazione delle olive». *Rivista italiana delle sostanze grasse*, Vol. LXIV, pp. 475-480. 1987.

STEFANOUDAKI, E.; KOUTSAFTAKIS, A. «Studies on total polyphenols and clorophyll content of olive oil during the ripening of olive fruits in the area of Crete». *Atti del Congresso «Olive Oil Quality»*, Firenze, 1-3 diciembre, pp. 381-383. 1992.

TISCORNIA, E. «Controlli degli oli extravergini di oliva per la tutela dei produttori e dei consumatori». *Atti del Congresso «Olive Oil Quality»*, Firenze, 1-3 diciembre, pp. 181-203. 1992.

TISCORNIA, E.; FORINA, M.; EVANGELISTI, F. «Composizione chimica dell'olio di oliva e sue variazioni indotte dal processo di rettificcazione». *Rivista It. Sostanze Grasse* LIX, noviembre, pp. 519-555. 1982.

TOMBESI, A. «La qualità dell'olio per lo sviluppo della olivicoltura». *Frutticoltura*, 11, pp. 13-17. 1992.

VACCA, V. «Caratteristiche di qualità degli oli d'oliva vergini prodotti in Sardegna. Nota preliminare». *Atti del Convegno «Problematiche qualitative dell'olio di oliva»*. Sassari, 6 noviembre, pp. 101-112. 1990.

VASCONCELOS, P. M. DE. «Regional variation of colour of Portuguese virgin olive oils». *Bol. Inst. de Azeite e Productos Ol.* Vol. 13, pp. 29-47. 1985.

VÁZQUEZ RONCERO, A. «Polyphenols de l'huile d'olive et leur influence sur les caractéristiques de l'huile». *Rev. Française des Corps Gras*, pp. 1-21. 1978.

VIOLA, P. «Attualità nutrizionale dell'olio di oliva». *Giornata di Studio sulla «Definizione di qualità per l'olio di oliva»*. Spoleto, 24 abril, pp. 29-35. 1991.

ZUCCONI, F.; KASSINIIS, D.; CORVOUNIS, G. «Considerazioni sulla maturazione commerciale dell olive». *L'Italia Agricola*, No. 7-8, pp. 105-112. 1978.

ZUPAN, J.; MASSART, D. L. «Application of the three-distance clustering method in analitycal chemistry». *Annnal. Chem.*, Vol. 61; pp. 2.098-2.102. 1989.

Capítulo 6

LA DEFENSA FITOSANITARIA. DESARROLLO DE METODOLOGÍAS Y SALVAGUARDA DE LA PRODUCCIÓN Y DEL MEDIO AMBIENTE

Coordinación:
Prof. ANTONELLO CROVETTI
Dip. di Coltivazione e Difesa della Specie Legnose
Università degli Studi di Pisa
Pisa (Italia)

Co-redactores:
Prof. ALFIO RASPI
Professore Associato presso il Dipartimento di Coltivazione e Difesa delle Specie Legnose
Sezione di Entomologia Agraria
Università degli Studi di Pisa
Pisa (Italia)

Prof. ANTONIO BELCARI
Professore Associato Istituto di Patologia e Zoologia Forestale ed Agraria
Università degli Studi di Firenze
Florencia (Italia)

Colaboradores:
Sr. RAYMOND LOUSSERT
Expert au Programme National de Recherche sur l'Olivier
I N R A
Marrakech (Marruecos)
Prof. ELOY MATEO SAGASTA AZPETIA
Catedrático de Patología Vegetal
Escuela Superior de Ingenieros Agrónomos
Universidad Politécnica de Madrid
Madrid (España)

Sr. ABDULLAH YAYLA
Citrus Research Institute
Plant Pest and Disease Division
Antalaya (Turquía)

LA DEFENSA FITOSANITARIA

DESARROLLO DE METODOLOGÍAS Y SALVAGUARDA DE LA PRODUCCIÓN Y DEL MEDIO AMBIENTE

ANTONELLO CROVETTI

A diferencia de otros agroecosistemas, el olivar parece bastante estable. Ello es debido a la notable complejidad que se crea, en términos de relaciones intra e interespecíficas, entre las poblaciones de insectos asociadas al olivo, como consecuencia, sobre todo, de la larga duración que presenta el período de cultivo.

Piénsese, por ejemplo, en el fitófago principal, la bien conocida mosca del olivo (*Bactrocera oleae* [Gmelin]), que cuenta entre sus enemigos naturales algunas especies de himenópteros que viven también a expensas de otros fitófagos adheridos al olivo o a plantas espontáneas nacidas en las proximidades, o bien en la polilla del olivo (*Prays oleae* [Bernard]), cuyos antagonistas naturales conforman un complejo en el que se incluyen hasta más de cuarenta entomófagos.

Uno de ellos, el depredador *Xanthandrus comtus* (Harr.) (Diptera Syrphidae) es capaz de desarrollarse también a costa de los estados juveniles del algodón del olivo, *Euphyllura olivina* (Costa), y, está presente ya adulto, en las flores de la planta, durante el importante período de la floración.

En los últimos años, y debido sobre todo a una notable disminución de los tratamientos químicos insecticidas, herbicidas y anticriptogámicos, y a la reducción o incluso supresión del laboreo de la corteza superficial, como resultado de la difusión de la práctica de la cobertura con especies herbáceas naturales en diversas áreas olivícolas, el agroecosistema se encuentra mucho menos sometido a todas aquellas prácticas culturales que pueden obstaculizar, de algún modo, la consolidación de la complejidad. Por estos motivos, se observa un «estado de salud» general del agroecosistema, fundamentalmente en determinadas áreas limítrofes de zonas boscosas constituidas por plantas típicas del matorral mediterráneo, que pueden servir de refugio a los enemigos naturales de las especies nocivas.

ASPECTOS GENERALES DE LA DEFENSA

La defensa del olivo contra adversidades de diverso tipo (insectos, ácaros, criptógamas, etc.) ha registrado una considerable evolución en el tiempo. Desde principios de siglo hasta finales del decenio de 1950, la única especie nociva que había que controlar químicamente era la mosca del olivo. En lo que se refiere a este insecto (conocido desde la antigüedad: el propio Plinio menciona una vermiculatio de los olivos que algunos años impedía o dañaba la producción), han sido determinantes las contribuciones científicas de los dos maestros de la entomología italiana: Antonio Berlese y Filippo Silvestri. A ellos se debe, y en particular al primero, el esclarecimiento de algunos aspectos fundamentales de la biología y la dinámica de las poblaciones del díptero, así como la elaboración de estrategias de lucha que aún hoy se emplean, aunque con significativas modificaciones en cuanto a los productos químicos empleados. La figura de Silvestri alcanza la misma relevancia científica por la importancia de sus investigaciones, en zonas tropicales y subtropicales, sobre los antagonistas naturales de *B. oleae* y de la mosca de la fruta *Ceratitis capitata* (Wied.). Los conocimientos aportados por estos dos importantes entomólogos se completarían poco después con la obra de Antonio Melis, cuyas contribuciones científicas, sobre todo en lo que se refiere a la ampliación de los conocimientos bioecológicos de la mosca, son de gran valor.

Con la aparición de las moléculas orgánicas de síntesis, en especial los organofosforados de acción citotrópica, oportunamente empleados en la lucha contra la mosca del olivo, y los carbamatos, a menudo utilizados contra los fitófagos menores, la lucha química, avalada también por los éxitos inmediatos (aniquilación de las poblaciones y bloqueo de las infestaciones existentes), se difundió rápidamente en todas las áreas olivícolas de la península italiana

y en los países olivareros más importantes. Después, los tratamientos se intensificaron, incluso contra especies ocasionalmente nocivas, y aún hoy en algunas zonas a las que todavía no han llegado las modernas técnicas de lucha, la carga de tratamientos químicos (predominantemente insecticidas) a que se somete el agroecosistema sigue siendo excesiva. Piénsese que hasta hace poco se efectuaban, en Italia, al menos tres intervenciones para la lucha tradicional contra la mosca, una o dos contra la polilla y, casi siempre, otra más para combatir la cochinilla de la tizne (*Saissetia oleae* [Olivier]). Estos tratamientos, a menudo aplicados en un intervalo de tiempo más bien reducido (mayo-octubre) y en un período en que la concentración de insectos útiles (entomófagos, polinizadores) alcanza su máximo nivel, diezmaban las poblaciones de éstos, con las consiguientes explosiones repentinas de fitófagos. Citemos como ejemplo las grandes plagas de *Saissetia oleae* (Olivier), registradas incluso en tiempos recientes, así como las de otras cochinillas como la algodonosa *Lichtensia viburni* (Signoret), *Parlatoria oleae* (Colvée) y *Pollinia pollini* (Costa), que pueden provocar graves daños a las plantas. Si el ecosistema no está desequilibrado, estos insectos se mantienen habitualmente por debajo del umbral de nocividad debido a la obra continua del numeroso conjunto de antagonistas naturales presentes.

En poco tiempo, pues, se cayó en la cuenta de que los tratamientos efectuados a intervalos preestablecidos, sobre todo en algunos agroecosistemas, no producían los halagüeños resultados iniciales. Ello se debía al consiguiente e inevitable aumento numérico de especies antes presentes en baja densidad y a la aparición de fenómenos de resistencia (una parte de la población no es ya sensible a la acción de los principios activos), por parte de los insectos, a las moléculas orgánicas. Además, la elevada repercusión sobre el medio ambiente produjo un aumento de los residuos indeseables en los alimentos. Ya a finales del decenio de 1950 se elaboró una estrategia de control de los insectos nocivos que se conoce con el nombre de protección integrada. Habrá que esperar, sin embargo, hasta finales del decenio de 1960 para que la opinión pública empiece a sensibilizarse respecto de estos problemas, urgentes y muchas veces olvidados. En una primera fase, los pasos se orientaron hacia esquemas de defensa más flexibles. Los tratamientos no se efectuaban ya siguiendo un calendario, sino en presencia de la especie nociva y utilizando umbrales de daño empíricos (umbral de daño: cuando la pérdida de valor de la producción, ocasionada por el aumento de densidad del fitófago iguala el coste de la intervención necesaria para evitarla). Posteriormente, la defensa se orientó hacia estrategias más complejas de control y gestión del agroecosistema, es decir, en la óptica de la lucha integrada (IPM). La lucha integrada es una estrategia que consiste en mantener los organismos nocivos por debajo de la densidad que causa daño económico, explotando los mecanismos naturales de regulación y utilizando todos los métodos de lucha aceptables desde el punto de vista ecológico, económico y toxicológico.

En los últimos veinte años, y avanzando en este sentido, se han obtenido resultados notables también para la defensa del olivar. En efecto, se han ampliado los conocimientos sobre el funcionamiento del agroecosistema, se han elaborado métodos de muestreo y se han definido los umbrales económicos para los principales fitófagos. Asimismo se han introducido entomófagos que antes no estaban presentes en el área mediterránea y se han puesto a punto estrategias de control más selectivas. Ello ha permitido, en general, que este agroecosistema, inicialmente bastante complejo, recuperase en parte dicha complejidad y la mantuviese.

SITUACIÓN FITOSANITARIA EN LOS PRINCIPALES PAÍSES OLIVÍCOLAS

El olivo es una planta que cuenta con muchos fitófagos, de modo que su simple enumeración sería ya muy larga; algunos de ellos, localmente y en determinados años, y como resultado también de una defensa fitoiátrica equivocada, pueden pulular en discretas densidades produciendo daños económicos. En el área mediterránea, no hay duda de que los insectos capaces de alcanzar densidades suficientes para producir daños al cultivo con cierta frecuencia son esencialmente tres: la mosca del olivo (*Bactrocera oleae* [Gmelin]), la polilla del olivo (*Prays oleae* [Bernard]) y la cochinilla de la tizne (*Saissetia oleae* [Olivier]). De estas tres especies la más importante en Italia, y también, salvo situaciones especiales, en los demás países de la cuenca mediterránea, es la mosca del olivo. En los países en que el olivo es un cultivo reciente, y donde no está presente la mosca, los daños mayores son producidos, obviamente, por otros fitófagos, a menudo introducidos de forma accidental. Así ocurre, por ejemplo, en los olivares californianos con *Parlatoria oleae* (Colvée) (Rhynchota Diaspididae), que constituye el fitófago clave del cultivo. Esta cochinilla, supuestamente originaria de Asia central, también está presente en el olivo y las rosáceas de fruto del área mediterránea, pero su importancia económica es mucho menor.

Entre los patógenos del olivo, el más temible, en plantas en producción, es sin duda la fumagina (*Spilocaea oleagina* [Cast.] Hugh.). Este patógeno ataca al olivo en todos los países del mediterráneo y está considerada la micosis del olivo más extendida del mundo, aunque apenas tiene importancia en las regiones cálidas y áridas. De todos modos, no es fácil estimar el daño económico producido por esta enfermedad, que, en los casos más graves, provoca una importante defoliación con una notable disminución de los rendimientos. La sintomatología consiste en lesiones en el limbo foliar, el pecíolo y el propio fruto. Los síntomas más llamativos son unas manchas circulares bien evidentes en

el haz de la hoja. A menudo se puede tolerar hasta un 30-40 % de hojas atacadas. La lucha contra este patógeno se efectúa casi exclusivamente con productos cúpricos (caldo bordelés u oxicloruros).

PRINCIPALES ESPECIES NOCIVAS

MOSCA DEL OLIVO (*BACTROCERA OLEAE*) (Gmel.) (DIPTERA TEPHRITIDAE)

Posición sistemática

La especie, descrita por Gmelin en 1788 como *Musca oleae*, se ha conocido hasta nuestros días como *Dacus oleae* (Gmel.). En 1989, Drew dividió la mayor parte de las especies de la tribu Dacini en dos géneros: Bactrocera Macquart y Dacus Fabricius, caracterizado el primero por tener todos los terguitos abdominales libres y el segundo todos fundidos. En consecuencia, Drew incluyó la mosca en el género *Bactrocera* (subgénero *Polistomimetes* Enderlein). Posteriormente, White y Elson-Harris, en 1992, si bien consideraron válida la distinción entre los géneros *Bactrocera* y *Dacus* de acuerdo con los caracteres de Drew, estimaron que *Bactrocera oleae* formaba parte del subgénero *Daculus* Speiser, que únicamente comprende la especie *oleae*. La distinción entre el género *Bactrocera* y el género *Dacus* está justificada también por la diferente biología y su distribución geográfica. En efecto, el género *Dacus* comprende especies que atacan cápsulas y vainas de Asclepiadaceae y Apocynaceae o frutos y flores de Cucurbitaceae, sobre todo en África, mientras que el género *Bactrocera* comprende especies que atacan frutos carnosos, silvestres y cultivados, en regiones tropicales y templadas del Viejo Mundo. Por tanto, para referirnos a la mosca del olivo, usaremos, adoptando esta nueva nomenclatura, el nombre *Bactrocera oleae* en lugar del antiguo y más conocido de *Dacus oleae*.

Bactrocera oleae es el único dacínido del área mediterránea estrictamente ligado al olivo (*Olea europaea L.*) tanto cultivado como silvestre, en cuyos frutos se desarrollan las fases juveniles. La especie está difundida en toda la región mediterránea, islas Canarias, Pakistán, Cáucaso, Egipto, Eritrea y Sudáfrica. En las demás regiones del mundo en que el olivo es un cultivo de reciente introducción, como Estados Unidos (California, Arizona), América del Sur, China y Australia, la especie no está presente.

Descripción del adulto y las fases preimaginales

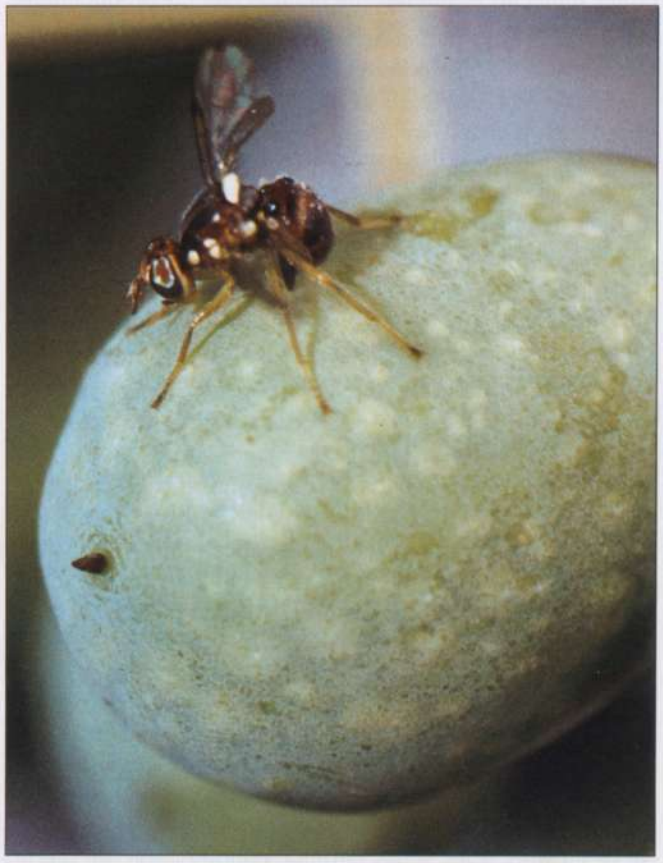
El adulto es una mosca de medianas dimensiones, de 5-6 mm de longitud con una envergadura de 12-14 mm, con palpos y probóscides marrones. Los ojos compuestos son de color verde azulado iridescente. El tórax es oscuro con lóbulo pospronotal y escutelo amarillos; las áreas laterales son rojizas. Las alas son hialinas con una típica mancha parda en el ápice, en correspondencia con la tercera vena longitudinal. El abdomen es rojizo con manchas negras en las áreas laterales de los cuatro primeros segmentos, de forma y dimensiones variables. La hembra se distingue con facilidad del macho por el abdomen, considerablemente más ancho en la parte central y puntiagudo en la extremidad distal. De hecho, el último segmento está transformado en un aguijón capaz de perforar los tejidos vegetales y depositar el huevo bajo la epidermis del fruto. En el macho, el borde lateral del tercer terguito abdominal presenta una serie de 12 pelos, aproximadamente.

Huevo

El huevo es alargado, de color blanquecino, con el polo micropilar tuberculiforme. Sus dimensiones son de unos 0,7 mm de largo y 0,2 mm de ancho. El corión, que es liso si se observa con pocos aumentos, presenta en realidad un ligero relieve de trama poligonal producida por la impronta de las células foliculares. En los puntos de contacto de esas formaciones se observan aeropilos.

Larva

La larva, de color lechoso, presenta un cuerpo subcilíndrico y, como todos los Muscomorpha, tres edades larvarias.



Bactrocera oleae (Gmel.). Hembra depositando huevos en una aceituna.

La primera edad, caracterizada por una evidente transparencia tegumental, sólo presenta orificios del sistema respiratorio en el último urito abdominal (metapneustica), mientras que las edades sucesivas presentan, además de los posteriores, estigmas traqueales anteriores (anfipneusticas). La larva de tercera edad cuenta con áreas ambulacrales sólo en el protórax y en los segmentos abdominales. Alcanza unas dimensiones aproximadas de 6-7 mm de largo y 1,3 mm de ancho. La cabeza es pequeña y configura una «máscara facial» típica que lleva en cada lóbulo oral una serie de 11-12 laminillas de disposición más bien regular. El aparato cefalofaríngeo se caracteriza por unos garfios bucales más bien puntiagudos, fuertes y acanalados en la parte distal. El esclerito intercalar (pieza en H) no está fundido con los escleritos verticales. Los estigmas traqueales anteriores desembocan en la parte distal del protórax en posición latero-dorsal y suelen estar constituidos por 9 lóbulos espiraculares. Los posteriores presentan cada uno tres aberturas labriformes, rodeadas por grupos de pelos espiraculares típicos de desarrollo ramificado.

Pupario

El pupario, de forma elíptica, constituye el típico «barrilito» de vieja cutícula larval endurecida. Son, pues, reconocibles todos los segmentos de la larva con las producciones odontoides, espínulas, etc., a excepción de la cabeza, invaginada en el interior del pupario. El color varía del blanco lechoso al amarillento, dependiendo del estado de desecación de la epidermis. Sus dimensiones oscilan en torno a 4-5 mm de largo y 1,5-2 mm de ancho.

Dentro del pupario, y como consecuencia de los procesos de destrucción de las células larvarias epidérmicas, acompañados de la renovación de todas las estructuras típicas del adulto (cabeza, ojos compuestos, apéndices torácicos, abdomen, etc.) a partir de los discos imaginales, se formará, tras un lapso de tiempo variable, la típica pupa exarata. Este proceso se denomina normalmente ninfosis.

Biología y etología

B. oleae es una especie extendida en toda el área mediterránea, desde las zonas costeras y llanas hasta los límites de difusión del cultivo del olivo. En la naturaleza, la mosca aparece estrictamente ligada al olivo, cultivado y silvestre, aunque en laboratorio se ha demostrado la posibilidad de desarrollarla en los frutos de otras oleáceas, como *Ligustrum* y *Jasminum*.

El número de generaciones posibles depende esencialmente de dos parámetros: la temperatura y el momento de receptividad de las aceitunas. Por consiguiente, el número de generaciones varía mucho de las zonas frías, en las que la mosca a duras penas consigue completar su propio ciclo de desarrollo, a las zonas cálidas, donde puede, en teoría, desarrollarse durante todo el año sin interrupción (las llamadas zonas pandácicas). El díptero puede desarrollar así una o más generaciones dependiendo de estos factores, que cada año determinan, al menos en parte, la magnitud de los ataques.

La especie puede invernar como larva en las drupas, como pupa en la tierra y también como adulto. El comportamiento climático en las distintas áreas olivareras condicionará la mayor o menor mortalidad de las fases invernantes. Ciertamente, en la mayoría de los casos, la fase de pupa es la que ofrece a la especie mayores posibilidades de supervivencia.

Hay que subrayar también la importancia de la duración del período transcurrido entre la eclosión primaveral de los adultos y el momento de receptividad de las drupas para la ovideposición. En efecto, cuanto más largo sea ese período más alta será la mortandad de las poblaciones de *Dacus* y menor, por tanto, el ataque de la primera generación.

El adulto

Concluida la ninfosis, la mosca se sirve del ptilino (una estructura transitoria en forma de almohadilla llena de sangre situada en la cabeza) para romper el pupario siguiendo unas líneas de ruptura preexistentes y sale al exterior. En poco tiempo, despliega las alas y está en condiciones de volar e iniciar la actividad trófica.

Tanto los machos como las hembras son sexualmente maduros de 6 a 8 días después de la eclosión. Pasado ese período, se producen los apareamientos, que tienen lugar predominantemente al atardecer. El período de cortejo se caracteriza por una intensa agitación de los machos, que giran las alas de un modo característico produciendo un frotamiento sobre algunos pelos existentes en el tercer terguito abdominal. Emiten así un sonido típico, llamado «estridor», muy difundido entre los dípteros y otras muchas

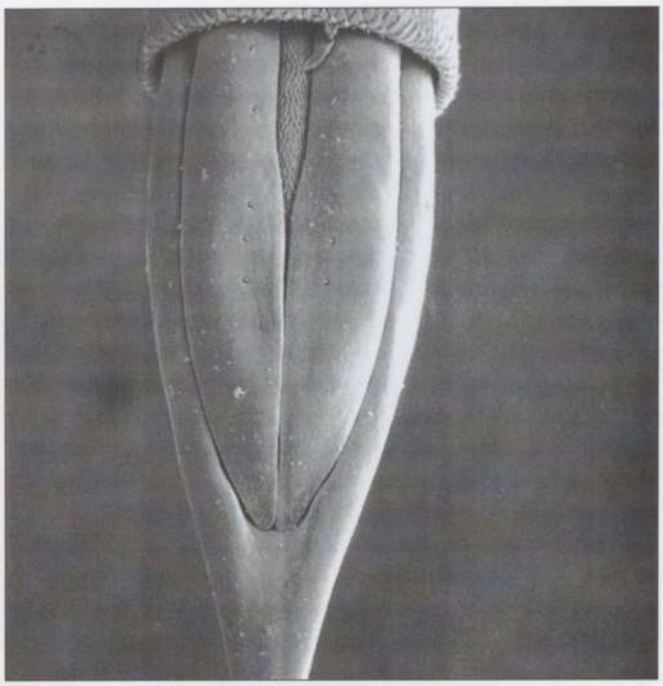
Picaduras características de una ovideposición.

especies de insectos y característico de las fases que preceden al apareamiento propiamente dicho. La hembra de *Dacus* emite una feromona sexual para atraer al macho a la cópula. Esta secreción, extremadamente volátil y caracterizada por diversas fracciones sinérgicas, es captada por los sensibles receptores del macho incluso a distancias relativamente grandes. La fracción de la sustancia feromónica que, según los conocimientos actuales, parece ser la más activa respecto del macho es un isómero de espiroacetal 1,7-dioxaspiro (5,5) undecano.

La síntesis industrial de las sustancias feromónicas ha abierto un nuevo campo a la entomología aplicada. En efecto, dichas sustancias se utilizan para evaluar las poblaciones presentes en los agroecosistemas; en algunos casos incluso se han empleado para la captura masiva y, por último, han servido también como método de lucha contra algunos fitófagos («confusión sexual»). Esta técnica se basa en la emisión, con dispensadores especiales, de una cantidad adecuada de feromona sintética en el agroecosistema. De este modo, los machos no logran identificar las hembras vírgenes para fecundarlas.

En cuanto a la mosca, la feromona sintética se utiliza principalmente para el seguimiento de los adultos. Las experiencias realizadas por varios grupos de investigación en las distintas áreas olivareras mediterráneas han demostrado casi siempre la ausencia total de correlación entre las capturas efectuadas mediante trampas cebadas con feromona sintética y el porcentaje de infestación presente en las drupas; este hecho limita mucho su interés en la práctica. En efecto, si hubiera correlación no sería ya necesario recurrir a metodologías de muestreo de las drupas para evaluar la infestación presente en el olivar.

Para el apareamiento y la ovideposición se necesita una temperatura media superior a los 14 °C. Concluido el apareamiento, cuya duración oscila entre una y dos horas, las hembras fecundadas pueden depositar los huevos en las aceitunas receptivas. La receptividad viene dada por la modificación de algunos parámetros químico-físicos de la drupa. El inicio de esta fase es, pues, de gran importancia para la biología de la mosca y, por tanto, para su control. La hembra arquea el abdomen y, con el ovipositor en forma de aguja, perfora el epicarpio de la drupa y deposita normalmente un solo huevo por fruto. Durante la puesta, mediante mecanismos aún no del todo claros, la hembra transmite al huevo las bacterias simbiontes presentes en el divertículo supraesofágico y en los demás tramos del tubo digestivo. Algún porcentaje de drupas puede presentar las denominadas «picaduras estériles»; en efecto, en ocasiones, las hembras perforan la drupa con el ovipositor sin depositar el huevo. Excepcionalmente, en años caracterizados por una masa notable de adultos y pocas aceitunas en las plantas, se pueden encontrar varios huevos en una misma drupa. Una hembra puede poner, en el curso de su vida, varios centenares de huevos. La picadura es visible en la drupa por una pequeña área subtriangular necrótica que, pasados

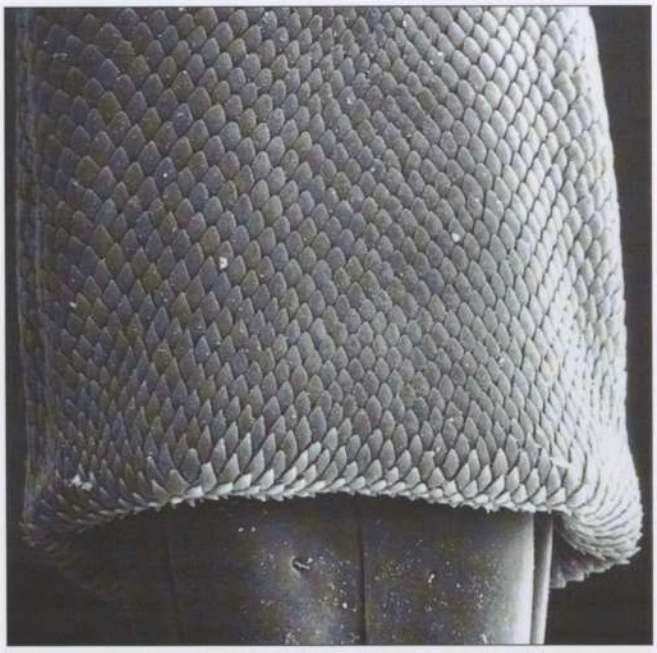


Bactrocera oleae (Gmel.). Extremidad del ovipositor.

algunos días, tiende a suberificarse. El huevo queda depositado justo bajo el epicarpio de la drupa.

El período de desarrollo embrionario depende directamente de la temperatura. Los límites térmicos inferior y superior de esta fase están constituidos por temperaturas constantes de 10 y 31 °C, respectivamente; en este margen de temperaturas, el desarrollo del embrión se completa en 18 días a la temperatura más baja y en sólo dos días en el límite térmico superior. El cero de desarrollo (el cero de desarrollo de una especie es la temperatura a la cual un insecto permanece, en teoría, en la misma fase de evolución por tiempo indefinido) es de 8,2 °C y la constante térmica (la constante térmica Thc es el producto de la duración del desarrollo a una temperatura conocida por la diferencia entre ésta y el cero de desarrollo) es de 48,6 °d. Por encima de 31 °C se produce una considerable mortandad; el conocimiento de estos umbrales de desarrollo es de gran importancia para el seguimiento y el control de la mosca. En efecto, en verano, sobre todo dentro de la drupa, se superan fácilmente los 31 °C, lo que ocasiona notables puntas de mortalidad de huevos y larvas jóvenes. En estos casos, aun cuando se supere el umbral económico de intervención, no deben efectuarse tratamientos, debido a la mortandad.

Una vez concluido el desarrollo embrionario, la larva sale del huevo y empieza a nutrirse de la pulpa de la aceituna gracias al inestimable trabajo de las bacterias simbiontes transmitidas, a través del huevo, por la hembra. De hecho, la acción de dichas bacterias es indispensable para la nutrición de la larva recién nacida, pues realizan la hidrólisis enzimática de las proteínas. Los recorridos



Bactrocera oleae (Gmel.). Detalle del octavo urito.

tróficos son en un principio relativamente rectilíneos y superficiales; con el paso del tiempo, la larva tiende a avanzar cada vez más hacia el interior de la drupa; entonces, las galerías se hacen más sinuosas, y sus dimensiones aumentan como consecuencia del crecimiento casi continuo de la larva.

En efecto, a partir del diámetro de las galerías excavadas, se pueden identificar con seguridad las edades larvarias. La duración del desarrollo es de unos 25 días a una temperatura constante de 15 °C y se reduce a sólo 10 días a temperaturas de 22 °C, que habitualmente se registran en el período estival. La constante térmica está en torno a los 116,6 °d, y el cero de desarrollo es 10,7 °C.

Alcanzada la madurez, la larva desgarra el epicarpio de la drupa con los garfios bucales, practicando un característico agujero circular, y se deja caer al suelo, donde se impupa a poca profundidad. En el período estival cálido-seco no es infrecuente que la transformación en pupa se produzca en la propia drupa.

La gran mayoría de la población supera el período invernal en la fase de pupa. La duración de esta fase, a temperaturas constantes, oscila entre 90 días a 10 °C y 9 días a 35 °C. El cero de desarrollo es 9,5 °C y la constante térmica 200,1 °d.

Todo el período de crecimiento (huevo-adulto) se caracteriza por un cero de desarrollo de 10 °C y una constante térmica de 375 °d.

Número de generaciones

Como ya se ha indicado anteriormente, la mosca puede desarrollar un número variable de generaciones dependiendo del factor térmico, que influye tanto en las fases fenológicas de la planta como en el desarrollo del propio insecto. El desarrollo es, pues, directamente dependiente de la temperatura; esta relación puede interpretarse con distintos métodos de cálculo. Uno de ellos («suma térmica») puede expresarse con la fórmula siguiente:

$$t(T-c) = Thc$$

donde t es el tiempo medio de desarrollo a la temperatura T y c el cero de desarrollo. Al ser la constante Thc un producto, se expresa en grados/día.

El cero de desarrollo se obtiene con la fórmula:

$$c = T - t1(T-T1)/t1-t$$

donde T y T1 son las temperaturas experimentales, y t y t1 los correspondientes tiempos medios de desarrollo. La fórmula permite calcular el número teórico de generaciones para una determinada especie. Para el cálculo se procede del modo siguiente: de la ecuación de la suma térmica t(T-c) = Thc se obtiene que a una temperatura media o constante T el tiempo de desarrollo t es t = Thc/T-c; por tanto, conociendo las temperaturas medias diarias y la época en que puede producirse un ataque al cultivo, es posible proceder al cálculo. Considerando igual a 100 el desarrollo completo del insecto (huevo-adulto) y expresando t en días y fracciones de día, la velocidad porcentual diaria de desarrollo será Vs = 100/t. La duración de una generación resulta de la suma de los porcentajes diarios hasta llegar a 100.

Sobre la base de las constantes teóricas obtenidas en laboratorio y conociendo el inicio de la puesta (normalmente el ataque comienza en el momento de la total licuificación de la drupa) es posible hacer un cálculo de generaciones para la mosca. Como ejemplo, puede tomarse la situación de Toscana. En esta región, y según los datos meteoclimáticos de treinta años, se pueden identificar cinco bandas climáticas caracterizadas por diferentes medias térmicas anuales (12-13 °C; 13-14 °C; 14-15 °C; 15-16 °C; 16-17 °C). Estas zonas se encuentran comprendidas entre 12-13 °C (olivares de zonas al pie de las montañas) y 16-17 °C (olivares de las zonas costeras meridionales). Por debajo de 12-13 °C no se encuentran olivares cultivados. Conociendo las constantes teóricas de la mosca (c = 8,99 °C y Thc = 379,01 °d) relativas al desarrollo completo preimaginal a temperaturas variables, el inicio de las ovideposiciones observadas en las distintas bandas climáticas y las medias térmicas, se ha podido calcular teóricamente el número de generaciones posibles. Ello ha permitido dividir la Toscana en zonas de distinto «riesgo dácico», entendido como la posibilidad de desarrollo completo de ninguna, una o varias generaciones. Se ha demostrado así que, en las bandas climáticas de 12-13 °C y de 13-14 °C, la mosca sólo puede completar como máximo una generación durante el período de verano-otoño y, en la banda de 16-17 °C, al menos tres generaciones completas. Es evidente que el riesgo es

Hembra y macho de mosca capturados.

tanto más elevado cuanto mayor es la posibilidad de desarrollo de varias generaciones.

Daños

Los daños causados por la mosca del olivo pueden ser directos, si se toman en consideración las aceitunas de mesa, e indirectos para las aceitunas destinadas a aceite, debido al proceso de transformación de las drupas. Por este motivo, es necesario hacer una clara distinción entre estas variedades.

Las aceitunas de mesa, destinadas al consumo directo, no deben presentar lesiones ni alteraciones de ningún tipo, dados los rigurosos criterios de calidad exigidos. Dichas aceitunas son atacadas antes que las destinadas a aceite porque ya se encuentran receptivas para la ovideposición en los meses de junio-julio (dependiendo de las regiones).

En las aceitunas destinadas a la transformación se pueden encontrar varios tipos de daño. En primer lugar, puede producirse una caída anticipada de las drupas, de intensidad directamente proporcional a la presencia en su interior de fases cada vez más avanzadas de desarrollo. En años caracterizados por una producción escasa, este fenómeno puede suponer la pérdida total del producto, mientras que en los años de abundancia la caída ocasionada por la mosca oscila entre valores del 10 al 50-60 %, dependiendo de la variedad y la zona considerada. La larva produce, pues, un daño cuantitativo y cualitativo. El primero consiste en la pérdida de una parte de pulpa, que resulta desdeñable si se considera que para alcanzar la madurez la larva necesita de 50 a 150 mg; además, este daño resulta compensado por el aumento ponderal de peso de las aceitunas que permanecen en la planta. Los daños más importantes deben buscarse, pues, en las características cualitativas del aceite. Las alteraciones producidas por la presencia de larvas maduras o de galerías con «orificio de salida» determinan, dependiendo del porcentaje de infestación, un aumento de la acidez y del número de peróxidos, lo que provoca un descenso inmediato de la calidad del aceite. Como es sabido, el aumento de acidez se debe a la hidrólisis de los ácidos grasos, catalizada por las enzimas producidas durante la maduración. La hidrólisis se acelera en contacto con el oxígeno, sobre todo por la acción de bacterias y hongos que se desarrollan en las galerías de las drupas atacadas. Otras alteraciones afectan a las fracciones aromáticas que confieren las características organolépticas al aceite, y otras también a los polifenoles responsables de la estabilidad de la acidez en el tiempo. En efecto, en una partida de drupas fuertemente atacadas, si la recogida y el sucesivo prensado se efectúan a su debido tiempo, la acidez inicial puede situarse por debajo del 1 %, pero, en poco tiempo y debido a la escasa presencia de estabilizantes, se pueden alcanzar niveles del 5-6 %. Estas alteraciones cualitativas producen, pues, un daño económico al cultivo. Ello ha conducido a la elaboración de umbrales económicos de intervención (densidad de población del fitófago en que es preciso intervenir para impedir el daño económico). Para la elaboración de estos umbrales deben tenerse en cuenta numerosos parámetros, como la producción, el cultivar, el período, la incidencia de los factores abióticos y bióticos, y el impacto de los tratamientos químicos sobre el hombre y el medio ambiente. De ahí, la enorme dificultad del cálculo.

Enemigos naturales

El complejo parasitario de la mosca en la cuenca mediterránea es muy pobre y está representado esencialmente por cuatro himenópteros calcídidos ectófagos: *Eurytoma martellii* (Dom.), *Eupelmus urozonus* (Dalm.), *Pnigalio mediterraneus* (Ferr. & Del.) y *Cyrptoptyx latipes* (Rond.) y un himenóptero bracónido endófago: el *Opius concolor* (Szepl.), presente en el área mediterránea únicamente en el norte de África, Palestina, Turquía, Creta, Sicilia y Cerdeña.

Además de estos parásitos se conocen otros muchos originarios de África occidental, Eritrea y África meridional, que se han intentado, sobre todo por parte de Silvestri, introducir y aclimatar en Italia sin éxito. Por desgracia, los intentos efectuados fracasaron muy probablemente por la escasez de conocimientos biológicos sobre los mismos y también por el reducido número de entomófagos liberados. De los cuatro ectófagos presentes en el área mediterránea, los más activos y difundidos son *E. martellii*, *E. urozonus* y *P. mediterraneus*. El más escaso es, con mucho, *C. latipes*. Estas especies están presentes en el olivar de julio a octubre. La hembra, cuando identifica una larva de tercera edad de la mosca, la paraliza con una picadura del ovipositor. Después, deposita un huevo sobre el cuerpo de la víctima. La larva se desarrolla como ectófaga (es decir, atacando a su víctima desde el exterior) y, cuando alcanza la madurez, se transforma en pupa dentro de la galería. Estas especies no invernan a expensas de la mosca, a excepción, en todo caso, de *P. mediterraneus*, que, dependiendo del clima, puede permanecer activa todo el año y sólo sufre una disminución de la actividad en invierno. La presencia de los ectófagos en los olivares es muy variable, tanto en el

tiempo como en el espacio. Presumiblemente, esta discontinuidad está relacionada con la presencia o no de las covíctimas necesarias para la reproducción durante el período primaveral y la hibernación. Las covíctimas son otras especies hospedantes, presentes en plantas silvestres o cultivadas, que son parasitadas en determinados períodos del año, a menudo obligatoriamente, porque representan, como en el caso de los ectófagos de la mosca, el hospedante donde invernar. A título de ejemplo, citaremos el conocido caso de *E. urozonus*, que a menudo inverna como pupa en el interior de las agallas producidas en los órganos florales de la compuesta *Inula viscosa* (Ait.) por las larvas del díptero tripétido *Myopites limbardae* Schiner (= stylata) (Fab.). Estas agallas leñosas, que permanecen en la planta ya seca, constituyen un seguro lugar de hibernación. En Toscana, *E. urozonus* puede invernar también como pupa bajo el cuerpo seco de la hembra de *Saissetia oleae*. De hecho, *E. urozonus* se comporta como hiperparásito facultativo, atacando en otoño las larvas de *Scutellista cyanea* (Motsh.), depredadoras oófagas de *S. oleae*.

Opius concolor, en cambio, pone el huevo dentro del cuerpo de la larva de la mosca (preferiblemente en larvas de tercera edad) y, a diferencia de los ectófagos, puede invernar en el suelo, protegido por el pupario del díptero. Se sabe, no obstante, que este parásito puede superar los rigores invernales también como adulto. Este bracónido, que sólo se encuentra en las islas de Sicilia y Cerdeña, se ha introducido en varias ocasiones en Italia meridional, en algunas regiones de Italia centro-septentrional (Toscana y Liguria), en el sur de Francia, en algunas islas y áreas continentales griegas y en algunas regiones de España, Yugoslavia y el Líbano. No obstante, no se tienen noticias de una aclimatación estable. Estos fracasos se atribuyen, por lo general, al pequeño número de ejemplares lanzados y a una supuesta escasa resistencia a las bajas temperaturas.

Opius concolor Sezpl. Hembra en actividad en una ramilla de olivo.

En nuestra opinión, lo que ocurre en realidad es que, en estas regiones, hay probablemente otros factores ecológicos importantes de limitación.

De hecho, el bracónido, desde la primavera al inicio del verano, y a falta de larvas de *Bactrocera oleae*, necesita encontrar en el agroecosistema otras covíctimas. Éstas, conocidas en algunas regiones del norte de África y Sicilia, son otros dípteros tripétidos, como *Carpomyia incompleta* (Beck.) en *Ziziphus spp.* y *Capparyimia savastani* (Mart.) en *Capparis spinosa L.* y *Ceratitis capitata* (Wied.) en *Argamia Spinosa L.*

Durante el decenio de 1960, *O. concolor* se utilizó también en Italia meridional para programas de lucha biológica mediante el método de inundación, para lo que se efectuaron lanzamientos masivos. Ello fue posible gracias a la realización de crianzas masivas utilizando como hospedante de sustitución *Ceratitis capitata*, fácil de criar en sustratos artificiales.

POLILLA DEL OLIVO (*PRAYS OLEAE* [*Bern*]) (LEPIDOPTERA HYPONOMEUTIDAE)

Posición sistemática y distribución

En la región paleártica, el género *Prays* comprende dos especies nocivas: *Prays oleae* y *P. citri*. *P. oleae* está difundido en todas las áreas que rodean el Mediterráneo y el mar Negro en que se encuentra *Olea europaea*, que es su hospedante preferido.

Descripción del adulto y de las fases preimaginales

El adulto es una pequeña mariposa de color gris plateado con pequeñas manchas negras en las alas anteriores, variables en número y posición. Las posteriores están rodeadas por un fleco de pelos. El largo del cuerpo es de 6,5 mm y su envergadura de unos 13 mm.

El huevo es lenticular, elíptico, de color blanco recién puesto, y mide 0,5 mm. El corión muestra un relieve poligonal irregular.

Esta especie presenta cinco estados larvarios; la larva madura mide 7-8 mm y es de color pardo-verdoso pálido o avellana, tiene además dos características líneas submedianas dorsales oliváceas y dos líneas laterales amarillentas.

Alcanzada la madurez, la larva, antes de convertirse en crisálida, teje un capullo de seda poco tupido de color blanco sucio. La crisálida mide en torno a 6 mm y es de color oscuro. En el último urito se encuentran numerosas cerdas largas y fuertes; el cremáster está constituido por 6 cerdas ganchudas que tienen la función de mantener *in situ* la exuvia ninfal en el momento de la eclosión.

Biología

Como la mayor parte de las especies del género *Prays*, también *P. oleae* se caracteriza por completar varias generaciones en un año, que se desarrollan a expensas de distintas partes de la planta. En efecto, la primera generación se desarrolla en los órganos florales (generación antófaga), la segunda en los frutos (generación carpófaga) y la tercera en las hojas (generación filófaga), con larvas inicialmente minadoras y que en la última edad roen desde el exterior el envés de la hoja. Se sabe que la especie, si no tiene a su disposición flores y frutos, puede desarrollar las tres generaciones a expensas de las hojas.

Los primeros adultos del año aparecen al mismo tiempo que se produce la diferenciación de los botones florales del olivo. Su actividad es crepuscular y están activos a temperaturas superiores a 13 °C. Las hembras vírgenes emiten una feromona sexual cuyo componente principal es el (Z) - 7 tetradecenal; tras el apareamiento, depositan huevos aislados en los botones florales. Cada hembra puede poner hasta 300 huevos. Según los datos de la bibliografía española, la hembra pone entre 30 y 100 huevos. Transcurrida una semana aproximadamente, nacen las larvillas, que penetran en los botones royendo los órganos internos y pasan de un botón a otro enlazando los órganos atacados con finos hilos de seda. Cada larva puede destruir de 15 a 40 botones y, al final de su desarrollo, se convierte en crisálida entre los racimos florales. Terminada la ninfosis, que dura 6-9 días, eclosionan los nuevos adultos, que depositan los huevos en los cálices de las drupas (dimensión de un grano de pimienta). A temperaturas superiores a 31 °C se produce una fuerte mortandad de huevos y larvas jóvenes, especialmente con niveles de humedad relativa inferiores al 70-75 %. Las larvas recién nacidas penetran directamente en la aceituna por la cara ventral del corión, y seguidamente en el endocarpio (hueso), antes de que empiece a endurecer. Llegadas al endocarpio permanecen cerca de un mes en su periferia y, cuando la almendra pasa de la fase acuosa a la gelatinosa, la atacan rápidamente. En la madurez, abandonan la aceituna produciendo un característico agujero circular cerca del pedúnculo y se transforman en crisálida, por lo general, entre dos hojas en contacto entre sí o en la tierra, si encuentran alguna drupa caída en el suelo. Los adultos eclosionan en los meses de septiembre-octubre. Las hembras de esta generación suelen depositar los huevos en el envés de las hojas; las larvas penetran en las hojas excavando una galería filiforme de desarrollo serpenteante. Realizada la primera muda (febrero-marzo), la larva abandona la hoja y pasa al envés de otra, en la que penetra produciendo una galería en forma circular o de C. Después de la segunda muda, pasa a otra hoja excavando una galería redondeada o en forma de mancha. La larva de cuarta edad excava galerías anchas, subrectangulares u ovaladas, mientras que la de quinta edad, por las dimensiones alcanzadas, suele roer el envés desde el exterior. Dado que esto ocurre casi siempre cuando los olivos empiezan a brotar, las larvas de quinta edad pueden llegar también a las yemas y roer las hojillas. A menudo se convierten en crisálida en el envés, y, pasadas unas dos semanas, eclosionan los adultos que darán origen a la generación antófaga en mayo.

Daños

Los daños de la generación antófaga no son fáciles de cuantificar, debido a que simultáneamente se produce la caída natural de las flores. No obstante, por lo general y en los cultivares para aceite, el aclareo de las flores no ocasiona una disminución de la producción, salvo en caso de ataques excepcionales. Igualmente irrelevante es el daño causado por la generación filófaga.

La única generación, al menos en Italia, que puede producir daños de cierta importancia económica es la carpófaga. Las larvas jóvenes que atacan las aceitunas en la fase de grano de pimienta provocan una pequeña caída de fruto, denominada precoz. En los meses de septiembre-octubre se produce una segunda caída, que generalmente es de mayor entidad y se debe a la salida de las larvas maduras a través del pedúnculo.

Enemigos naturales

El conjunto de antagonistas naturales de *Prays* es realmente notable. Comprende una cuarentena de especies pertenecientes a diversos órdenes. Entre los dípteros cabe destacar dos especies importantes: *Phytomiptera nitidiventris* (Rond.) (Diptera Tachinidae) y *Xanthandrus comtus (*Harr.) (Diptera Syrphidae). El primero es un parásito y el segundo un depredador de lepidópteros de interés agrario. Entre los himenópteros se incluyen numerosas especies pertenecientes a las familias Ichneumonidae, Braconidae, Chalcididae, Elasmidae, Encyrtidae, Eulophidae, Eupelmidae, Platygastridae, Pteromalidae, Thrichogrammatidae. Los más activos y que han sido objeto de crianzas masivas son *Chelonus eleaphilus* (Silv.) (Hymenoptera Braconidae) y *Ageniaspis fuscicollis* (Dalm.) (Hymenoptera Encyrtidae). El bracónido es un parásito ovolarval que se encuentra en las distintas áreas del Mediterráneo. Desarrolla tres generaciones, al igual que su hospedante, y su acción de parasitación es variable. Ha sido posible criarlo en un hospedante de sustitución y, por tanto, introducirlo en zonas en que no estaba presente. *Ageniaspis fuscicollis* es también un parásito ovolarval, endófago y poliembrionario que parece desempeñar un papel importante, ya que alcanza tasas de parasitación incluso del orden del 75 %. Hay que subrayar, por último, la importancia de los Trichogrammatidae, que, al desarrollarse a expensas del huevo, frenan la infestación al nacer y pueden criarse en hospedantes de sustitución.

Entre los depredadores, además de *Xanthandrus comtus*, de la familia Syrphidae, hay que señalar la acción desarrollada por *Chrysoperla carnea* (Neuroptera Chrysopidae), activo depredador de huevos y larvas jóvenes, y *Anthocoris nemoralis* F. (Rhynchota Antochoridae).

COCHINILLA DE LA TIZNE (*SAISSETIA OLEAE* [OLIV.]) (RHYNCHOTA COCCIDAE)

Posición sistemática y distribución geográfica

Saissetia oleae pertenece a la familia Coccidae. En esta familia se encuentran hembras que ponen los huevos dentro de un saco ceroso producido por ellas mismas y hembras, y éste es precisamente el caso de *Saissetia*, que ponen los huevos bajo su propio cuerpo. El exosqueleto desecado de la hembra, que muere al concluir la puesta, sirve de protección para los huevos. La especie, si bien se menciona ya desde finales del siglo XVIII en el área mediterránea, parece de origen sudafricano. Actualmente se encuentra en todo el mundo y está especialmente difundida en los climas templados. Esta cochinilla es notablemente polífaga, pudiendo vivir en especies espontáneas o cultivadas; entre estas últimas es muy común, resultando nociva para los olivos y los agrios.

Hembra deponente separada de la ramilla para mostrar los huevos presentes bajo el cuerpo.

Biología

S. oleae se caracteriza, en el área mediterránea, por un desarrollo lento, completando 1-2 generaciones anuales como máximo. Parece que hay muy pocos machos. Las hembras, que se reproducen por partenogénesis constante (telitoquia), tienen un desarrollo de tipo heterometabólico con la siguiente ontogénesis: huevo, larvas de primera, segunda y tercera edad, hembra. Esta última fase, por motivos prácticos, se divide a menudo en hembra preovígera y ovígera, cuando empieza a poner los huevos.

La hembra tiene forma oval y se caracteriza por poseer en el dorso un evidente carenado en forma de cruz doble. El color varía con el tiempo; después de la muda suele ser gris; el cuerpo es oval, y relativamente aplastado; posteriormente, al iniciarse la maduración de los ovarios, el cuerpo tiende a hacerse globoso y a adquirir un color más oscuro, hasta el gris plomo. Al iniciarse la puesta de los huevos, la hembra alcanza las dimensiones y coloración definitiva, que es casi negruzca. Las dimensiones pueden variar mucho: 1,8-5,5 mm de largo y 1-4 mm de ancho. La fecundidad depende también de las dimensiones; el número de huevos puede oscilar entre 150 y 2.500. Las hembras de dimensión media ponen de 500 a 900.

El huevo es de color blancuzco recién puesto y rosado cuando se aproxima la eclosión. El período de puesta dura de 10 a 15 días en mayo-julio, pero puede ser considerablemente más largo para la parte de la población que los pone en septiembre-octubre. También el desarrollo embrionario está muy condicionado por el factor térmico. De hecho, puede completarse en 12 días a 25 °C, pero requiere alrededor de 38 a 18 °C. En Italia central, el período de máxima presencia de hembras ponedoras es julio.

A las larvillas recién nacidas se confía la tarea de colonizar las hojas jóvenes; esta fase es la más vulnerable a los agentes abióticos, al ser también la menos protegida por las secreciones ceríparas. En Italia central, la máxima presencia de larvillas de primera edad tiene lugar en agosto-septiembre. Las tres fases larvarias pueden diferenciarse macroscópicamente tanto por el color como por las dimensiones y la forma. En efecto, la larvilla de primera edad es amarillenta, así como la de segunda edad, y sus dimensiones no superan los 0,7 mm, mientras que la de segunda edad tiene una longitud comprendida entre 0,8 y 1 mm. La larvilla de tercera edad, por último, es de color inicialmente amarillento y después gris con carenados muy evidentes; su longitud es de 1,1-1,6 mm.

La hibernación se confía, en el área mediterránea, a las larvillas de segunda y tercera edad; en menor porcentaje pueden invernar también hembras jóvenes y hembras po-

Larvillas de tercera edad en el envés de una hoja de olivo.

Saissetia oleae Oliv. Ramo de olivo altamente infestado.

nedoras. En primavera-verano se completa, pues, la generación. En septiembre-octubre, una pequeña parte de la población, nacida precozmente, puede terminar su desarrollo y convertirse en hembras ponedoras, lo que completa una segunda generación.

Daños

Los daños producidos por el insecto se deben esencialmente a la sustracción de savia y a la emisión de melazas (excreciones ricas en azúcares). En esta última se establecen asociaciones de hongos (*Capnodium spp.*, *Cladosporium spp.*, *Alternaria spp.*, etc.), que producen costras negruzcas conocidas como fumagina. La fumagina limita la capacidad fotosintética y respiratoria de la planta, lo que a menudo conduce a caídas generalizadas de la hoja, provocando graves deterioros.

Enemigos naturales

Parece de fundamental importancia el control ejercido por los entomófagos en este insecto. De hecho, siendo el daño producido por *Saissetia* un daño indirecto, su población puede tolerarse incluso a discretos niveles de presencia sin que ello represente un daño económico real.

En Sudáfrica, de donde parece originario este cóccido, más de 50 entomófagos viven a sus expensas. En el área mediterránea, sin embargo, pocos son sus antagonistas naturales, a pesar de que en los últimos años se han hecho importantes introducciones, en particular de parasitoides del género *Metaphycus* (Hymenoptera Encyrtidae).

Entre los depredadores más difundidos e importantes en el área mediterránea, cabe citar las siguientes especies: *Exochomus quadripustulatus* (L.) y *Chilocorus bipustulatus* (L.) (Coleoptera Coccinellidae); *Scutellista cyanea* (Motsch.) y *Moranila californica* (How.) (Hymenoptera Pteromalidae). Entre los Pteromalidae, la primera especie es con mucho la más difundida y activa, la segunda, aunque se encuentra en toda la zona, sólo es importante localmente. También hay que mencionar *Chrysoperla carnea* (Steph.) (Neuroptera Chrysopidae) y *Coccidiphaga scitula* (Rbr.) (Lepidoptera Noctuidae).

Refiriéndonos únicamente a los principales parasitoides presentes en el área mediterránea, se puede afirmar que, desde finales del decenio de 1960, se introdujeron en varias ocasiones y en distintos países dos importantes encírtidos: *Metaphycus helvolus* (Comp.) y *Metaphycus bartletti* (Ann. & Mynh.), que se propagaron activamente por toda la zona. Esto constituyó un notable éxito, debido a que la activa presencia de estas dos especies pasó a enriquecer un conjunto de antagonistas muy reducido, esencialmente formado por *Metaphycus lounsburyi* (How.), muy importante a escala local pero no uniformemente distribuido, y *Metaphycus flavus* (How.), siempre presente pero de baja densidad de población. *M. bartletti*, que es la especie que ahora se está difundiendo con mayor rapidez, parasita larvillas de tercera edad y hembras en todas sus fases de desarrollo. Es una especie endófaga y generalmente gregaria (solitaria si vive a expensas de larvillas de tercera edad). *M. helvolus* es un parásito endófago, generalmente solitario, de larvillas de segunda y tercera edad. La acción de estos dos entomófagos es de gran importancia, ya que, si bien son especies oligófagas (viven principalmente a expensas de cochinillas de los géneros *Saissetia* y *Coccus*), también pueden vivir únicamente de larvillas de segunda y tercera edad de *Saissetia oleae*, que están presentes du-

Saissetia oleae Oliv. Larvillas de segunda y tercera edad; en la parte de arriba se observa una larva parasitada de *Metaphycus barletti* que muestra por transparencia la larva endófaga del himenóptero.

rante todo el año. Sólo en los meses más fríos su acción sufre una ligera disminución. El éxito de su amplia y rápida difusión se debe sin duda a la constante presencia de las fases receptivas. En efecto, otros entomófagos importantes, como *Scutellista cyanea*, cuyas larvas depredan los huevos de *S. oleae*, aun siendo muy activos y estando porcentualmente bien representados, desarrollan su acción en el corto período del año en que están presentes las hembras ponedoras, pero necesitan encontrar, para los demás períodos del año, covíctimas, que no siempre se hallan en el olivar. De hecho, en este agroecosistema sólo se encuentran raramente, en primavera o en otoño, hembras ponedoras de *Saissetia* o de otras cochinillas, como *Lichtensia viburni* (Sig.)

LA LUCHA INTEGRADA EN OLIVICULTURA

OBJETIVOS

El control integrado en olivicultura se organiza, esencialmente, siguiendo la evolución en el tiempo de las poblaciones de fitófagos más importantes: *Bactrocera oleae*, *Prays oleae* y *Saissetia oleae*. Normalmente, y en la mayoría de las áreas olivareras, los factores de ecorresistencia (factores abióticos y bióticos de contención) son suficientes para mantener las poblaciones de polilla y cochinilla de la tizne por debajo del umbral económico de daño, lo que no suele suceder en el caso de la mosca. Así pues, en todos los países del Mediterráneo, el objetivo primordial para la defensa del olivo es el control de esta especie, que constituye el insecto clave del agroecosistema. El control de la especie puede realizarse a través de dos vías principales, que no se oponen entre sí: intensificar el control natural ejercido por los antagonistas y controlar al fitófago mediante métodos químicos lo más selectivos posible. En primer lugar, se trata de potenciar, recurriendo también a nuevas introducciones, el control natural, empezando por *Opius concolor* en las áreas en que no esté presente, dado que, al menos en determinados países olivícolas, no todos los años la mosca supera el umbral económico de intervención. En efecto, en el área mediterránea se encuentran muy pocos parásitos. Entre ellos hay himenópteros ectófagos *Eurytoma martellii*, *Pnigalio mediterraneus* y *Eupelmus urozonus*, que, sin embargo, tienen una acción moderada y discontinua. Ello se debe principalmente al hecho de que, en determinados períodos del año, necesitan otros hospedantes. Para favorecer y hacer constante su acción, probablemente sería necesario aumentar la complejidad del ecosistema, favoreciendo la instalación en los propios olivares o en sus inmediaciones de plantas que hospeden a las covíctimas. Por desgracia, a pesar de que importantes entomólogos se han ocupado de este tema, es muy poco lo que se sabe con certeza, debido entre otras cosas a las notables dificultades de estos estudios.

La otra vía posible actualmente es el control químico, intentando reducir cada vez más el número de intervenciones y recurriendo a las técnicas de menor impacto ecológico. Hoy se prefiere el empleo de cebos proteicos envenenados, cuyo uso, según muchos autores, reduce los riesgos de repercusión medioambiental. También en las recientes normativas de la CE para la mejora cualitativa del aceite de oliva (reg. 3868 y modificaciones siguientes) se preconiza el empleo de este método.

Otras vías de control, que en esencia se encuentran aún en fase de experimentación, son las relacionadas con las técnicas de captura masiva (*masstrapping*), basadas en el empleo de atractivos químicos para capturar un elevado número de adultos y evitar así la deposición en los frutos, y la técnica del macho estéril (cría y liberación en el campo de gran número de machos estériles para reducir la probabilidad de apareamientos fértiles) ya adoptada para otros dípteros tripétidos, como la *Ceratitis capitata*. Esta última técnica podría permitir una drástica reducción numérica de las poblaciones de *Dacus* en el área mediterránea, aunque para ello todos los países interesados deberían realizar un esfuerzo común. Por último, se podría trabajar en el perfeccionamiento del método de la confusión, a semejanza de lo que se está haciendo en otros agroecosistemas.

MUESTREO Y VIGILANCIA

El muestreo de los fitófagos principales constituye el eje esencial de la estrategia de lucha integrada. El objetivo es seguir, con las metodologías adecuadas, la evolución de los vuelos de los adultos y determinar, con muestreos directos en los órganos vegetativos, el tipo y la magnitud de la infestación presente.

Mosca del olivo

Por lo que se refiere concretamente a este insecto clave, existen varios métodos de seguimiento basados tanto en la atracción ejercida por determinados colores (carteles cromotrópicos, en general de color amarillo limón) como en atractivos químicos de naturaleza alimentaria o feromónica. En muchos casos, se utilizan también sistemas mixtos, basados tanto en el color como en la atracción química. En cualquier caso, todos estos métodos, si bien sirven para observar la evolución de los vuelos, no son fiables en cuanto a la estimación de los porcentajes de ataque. En efecto, no existe una correlación directa entre el número de individuos capturados y el porcentaje de aceitunas atacadas. En Italia, los medios de seguimiento más utilizados para la captura de adultos son las trampas comerciales cebadas con feromona sintética y los carteles cromotrópicos amarillos simples. Las trampas feromónicas tienen la ventaja de capturar exclusivamente a los machos de la mosca y, por tanto, son de lectura relativamente fácil; su principal desventaja radica en el coste. Los carteles amarillos simples no son selectivos y, además de capturar tanto a machos como a hembras de la mosca, capturan otros muchos insec-

tos, principalmente dípteros e himenópteros. Su lectura es, pues, menos fácil, pero ofrecen indudables ventajas, como la de poder capturar ambos sexos y obtener indicaciones útiles, como el número de hembras con huevos. La principal desventaja es que, al no ser selectivos, capturan un notable número de enemigos naturales presentes en el ecosistema. De todos modos, esta desventaja está limitada por el hecho de que normalmente sólo se utilizan tres carteles por hectárea. Además, por motivos de estudio, puede ser útil muestrear la entomofauna presente.

En cuanto a los muestreos directos, los únicos que pueden proporcionar indicaciones precisas sobre la plaga, se ha elaborado en Italia un tipo de muestreo especial denominado «reducido». Este método consiste en la atenta observación de un pequeño número de drupas (en torno a 100-200 por hectárea) recogidas aleatoriamente a razón de una por planta, cada 7-10 días. Esta metodología, a diferencia de otras elaboradas anteriormente, permite obtener una visión rápida, sencilla y suficientemente fiable de la plaga presente en el olivar. Las drupas muestreadas deben observarse después con microscopio estereoscópico para distinguir las afectadas de las sanas (también se consideran sanas, obviamente, las drupas con picaduras estériles). En las atacadas, deberá distinguirse entre: drupas con huevos, con larvas de primera edad, con larvas de segunda edad, con larvas de tercera edad, con pupa o con agujero de salida. En el marco de esta tipología de infestación es conveniente distinguir, para ajustarnos a los criterios de los umbrales de intervención, entre la infestación denominada «activa», constituida por huevos y larvas de primera y segunda edad, y la infestación total, constituida por la presencia conjunta de todas las fases de desarrollo en las drupas dañadas. De hecho, esta última es producida por las distintas generaciones que se van sucediendo, y su aumento siempre es progresivo. Por consiguiente, la infestación activa es la importante, y la única que hay que tener presente para la evaluación de la intervención. Por último, para evaluar la magnitud final del daño producido por la mosca, se considera un tercer tipo de infestación, la «nociva», constituida únicamente por las larvas de tercera edad y las drupas con orificio de salida. En efecto, el daño real a la producción es causado, como ya hemos indicado, por la larva madura que efectúa el agujero de salida en la drupa.

A título de orientación, se han adoptado en Italia umbrales para los tratamientos larvicidas que oscilan en torno a valores del 10-15 % de infestación activa para las aceitunas de aceite y en torno al 2-5 % para los cultivares de mesa. Para los tratamientos adulticidas el umbral de intervención se ha establecido en capturas medias de 3-5 hembras/trampa/semana y una infestación activa del 5 %. Como es lógico, es necesario intervenir oportunamente cuando se alcancen estos valores

En la densidad de las poblaciones de *Dacus* influye, obviamente, tanto la evolución climática como las alternancias de producción del olivo. En efecto, cuando el año se caracteriza por una producción abundante, la población preimaginal puede quedar más «diluida» y mantenerse, incluso durante la sucesión de generaciones, en niveles bajos, muchas veces por debajo del umbral de intervención. Parece fundamental, por tanto, un seguimiento continuo mediante los muestreos anteriormente indicados, a fin de evitar tratamientos químicos superfluos.

Cartel cromotrópico amarillo empleado para el seguimiento de los adultos de la mosca del olivo.

Un elemento vital para el desarrollo y la difusión de *B. oleae*, y que merecería una exposición separada, es la temperatura. Como ya señalamos en el apartado dedicado a las fases juveniles, el factor térmico influye en gran medida en su desarrollo. El número de posibles generaciones que puede tener el tripétido y las funciones vitales de los adultos dependen esencialmente de dicho factor. En efecto, los apareamientos y las puestas sólo son posibles con temperaturas medias superiores a 14 °C. Por el contrario, a 32 °C se reduce sensiblemente la fecundidad femenina y a 35 °C ya no se producen puestas. De ello se sigue que un registro constante de las temperaturas y las previsiones meteorológicas son elementos fundamentales para organizar con seguridad el control de la especie.

Polilla del olivo

Para el control de este fitófago, están disponibles trampas comerciales cebadas con feromona sintético con el que se puede seguir el vuelo de los machos de las distintas generaciones. Estos datos pueden ser muy valiosos, ya que permiten efectuar muestreos directos en épocas muy concretas. En efecto, hay que tener presente que, como se ha dicho anteriormente, no existe ninguna correlación estadística entre el número de capturas y el porcentaje de infestación, en particular en lo que concierne a *Prays*, pues a menudo a altos niveles de población capturada en las trampas no corresponde una infestación igualmente elevada.

En relación con los muestreos de población preimaginal, la infestación (porcentaje de órganos atacados) puede determinarse para las tres generaciones mediante una muestra de 100 órganos, recogidos aleatoriamente, de 5-10 plantas

de cada 100 del olivar examinado. El umbral de intervención varía dependiendo de las regiones, los cultivares y, sobre todo, las distintas generaciones. En Italia, la generación carpófaga es, por lo general, la que puede causar un daño económico real al cultivo, mientras que durante la exuberante floración se pueden tolerar ataques de hasta el 30-40 %. Algunos autores aconsejan, pues, la lucha contra la generación carpófaga, interviniendo cuando se encuentren larvillas en el hueso del 7 % de las aceitunas de una muestra obtenida recogiendo al menos 10 drupas/planta del 10 % de las plantas presentes.

Cochinilla de la tizne

Con respecto a *Saissetia*, que produce daños de tipo indirecto y, por tanto, puede tolerarse en densidades de población relativamente altas, el control se encuentra esencialmente ligado a la acción de contención ejercida por los entomófagos, que, en el momento actual, y debido también a las recientes introducciones, demuestran controlar la población en la mayor parte de los casos. El objetivo que debe perseguirse sigue siendo el de aclimatar un número aún mayor de especies útiles. En cualquier caso, la presencia de altas densidades de cochinilla en los olivares se pone de manifiesto, en primer lugar, por la abundante presencia de fumagina. En este caso se puede cuantificar el grado de infestación efectuando muestreos. Según algunos autores, el umbral de intervención se corresponde con la presencia de 5-10 larvillas/hoja, estimada tomando al azar 100 hojas de 5-10 plantas de cada 100. Un muestreo muy útil para determinar la época de intervención (máxima presencia de larvillas de primera edad) puede realizarse separando 100 hembras, en las partes infestadas de las plantas, para controlar la presencia porcentual de hembras con huevos abiertos. Cuando se rebasa el 90 % de hembras con huevos abiertos, se puede intervenir químicamente, dado que estaremos en presencia del máximo de población juvenil.

CONTROL

Mosca del olivo

En el momento actual, no se puede prescindir, en la lucha contra la mosca, de la intervención química, aunque sólo debe realizarse cuando se superen los umbrales indicados. Se ha reducido así considerablemente el número de tratamientos efectuados con relación al pasado. En la actualidad, el control químico se realiza con dos métodos diferentes: el larvicida, basado esencialmente en el empleo de insecticidas organofosforados de acción citotrópica y dirigido contra los huevos y las larvas jóvenes, y el adulticida, efectuado contra los adultos para evitar la puesta de los huevos y basado en el empleo de cebos proteicos envenenados.

Método larvicida

Denominado también método «curativo», este tipo de intervención se difundió con la aparición de los insecticidas organofosforados de acción citotrópica. En efecto, el objetivo es atacar las primeras fases de desarrollo de la mosca utilizando la capacidad del insecticida para penetrar dentro de la drupa. Si se compara con el método adulticida presenta ventajas y desventajas. Con este método, el número de tratamientos que deben efectuarse, siguiendo los umbrales de intervención, suele ser limitado y, además, la plaga queda bloqueada a tiempo. La principal desventaja radica en que el tratamiento, para que sea eficaz, debe efectuarse en toda la copa del árbol, de modo que se ataca de forma indiscriminada toda la entomofauna útil y, en particular, el numeroso complejo que sirve de freno a los fitófagos secundarios. Además, la cantidad de principio activo y de agua por hectárea es muy superior a la utilizada para un tratamiento adulticida.

Método adulticida

En esencia, esta metodología ya se utilizaba a principios de siglo en Italia, empleando cebos a base de melaza diluida en agua y envenenados con arsenito sódico. Esta técnica de lucha se basa en la atracción que ejercen determinadas sustancias alimentarias sobre los adultos de la mosca, que, al nutrirse de los cebos envenenados, mueren sin tener la posibilidad de poner huevos. Actualmente, este método despierta un nuevo interés, sobre todo considerando sus numerosas ventajas como la reducción: de los costes por tratamiento, de los residuos en el aceite y del riesgo para la entomofauna útil. La sustancia de atracción hoy utilizada son proteínas hidrolizables, envenenadas con insecticidas de síntesis.

En Italia, al estar prohibidos los tratamientos insecticidas por medio aéreo, los cebos envenenados suelen pulverizarse en partes de la copa o en plantas alternas. De este modo, al no tratar todo el olivar, el impacto ecológico es sin duda menor. Además, la cantidad de insecticida distribuida por hectárea es inferior a la utilizada en los tratamientos larvicidas (alrededor de una tercera parte) y sólo será eficaz para los insectos que vayan a buscar el cebo. Es indudable que este método no es totalmente selectivo, ya que, además de la mosca, resultan atraídos por los cebos entomófagos como *Chrysoperla carnea*; no obstante, sigue siendo preferible a métodos de mayor repercusión. La principal desventaja radica en que, si se efectúa el tratamiento sin considerar ningún umbral y a partir de la fase de receptividad de las drupas (endurecimiento del hueso), se deben realizar varias intervenciones. Esta situación puede agravarse por el hecho de que, en entornos caracterizados por abundantes precipitaciones estivales y otoñales, se debe repetir el tratamiento a causa del lavado. Pero ya muchos autores aconsejan, como se ha indicado anteriormente, la utilización de esta metodología a partir de un umbral de intervención constituido por la captura de 3-5 hembras/trampa/semana y/o un porcentaje de infestación activa del 5 %, precisamente con el objetivo de reducir el número de intervenciones. En efecto, especialmente para

la primera generación, el calor y la sequía estivales suelen producir una fuerte mortandad de la población de *Dacus*, de modo que pueden suprimirse los primeros tratamientos.

Polilla y cochinilla de la tizne

Como se ha indicado ya en varias ocasiones, la única generación de *Prays* contra la que hay que intervenir químicamente suele ser la carpófaga. En tal caso, una vez superado el umbral, se utilizan ésteres fosfóricos citotrópicos, dado que las larvas recién nacidas penetran directamente en la aceituna perforando la cara ventral del corión, en contacto con la misma. Eventualmente, la única intervención posible contra la generación antófaga sigue siendo hoy la efectuada utilizando *Bacillus thuringiensis* (Berliner) (var. Kurstaki).

En cuanto al control de *Saissetia*, el camino a seguir es aumentar e intensificar la acción de los entomófagos. Localmente y en casos de estricta necesidad, si se supera el umbral, se puede intervenir químicamente utilizando contra las larvillas de primera y segunda edad aceites minerales ligeros, que son eficaces y relativamente selectivos respecto de la entomofauna útil. Si buena parte de la población joven de la cochinilla hace su aparición en septiembre, se puede utilizar un éster fosfórico con características tales que actúe también sobre la mosca.

PERSPECTIVAS

Como hemos visto en los apartados anteriores, el olivar constituye hoy un ecosistema complejo y, por tanto, relativamente estable en gran parte de las áreas de cultivo mediterráneas; desde una perspectiva moderna, representa un patrimonio de complejidad que debe salvaguardarse. Ello se debe, por un lado, a que el olivo es una planta que siempre se ha cultivado en el área mediterránea y que se caracteriza por un largo ciclo productivo y, por otro, a que la estrategia de lucha integrada difundida en los últimos años ha favorecido el mantenimiento de esa complejidad. Así lo demuestra el hecho de que, en la mayoría de los casos, sólo la mosca del olivo reviste una importancia económica fundamental. Por otra parte, un mercado cada vez más exigente en lo que se refiere a las características cualitativas del aceite y muy atento a los aspectos higiénico-sanitarios y ecológicos, hace que, para la defensa del cultivo, deban tenerse siempre presentes los objetivos encaminados a reducir los tratamientos químicos y a mejorar las prácticas agronómicas y de transformación. En este sentido, incluso una atenta defensa fitoiátrica puede quedar invalidada por una recogida y un posterior prensado que, por las causas que fuere, se aplacen en el tiempo.

En nuestra opinión, hay que subrayar que, aparte de otras posibilidades futuras de control anteriormente indicadas (método de confusión, técnica del macho estéril), en la actualidad la lucha química contra la mosca puede integrarse en sistemas de control más ecológicos. Son de destacar los éxitos obtenidos en la lucha biológica contra otros fitófagos del olivo. La introducción de entomófagos de *Saissetia oleae*, iniciada en los países de la cuenca mediterránea en el decenio de 1970, como *Methaphycus bartletti* y *M. helvolus*, espontáneamente difundidos en áreas cada vez más amplias, ya ha producido una eficaz contención de las poblaciones de cochinilla. Es cierto que habrá que proceder a nuevas introducciones, y salvaguardar y favorecer la difusión de los entomófagos ya presentes. De hecho, el control de la cochinilla pasa, sin duda, por la potenciación de sus enemigos naturales.

Hay que subrayar también que la presencia de otras cochinillas del olivo, de baja densidad, puede constituir en realidad un factor de estabilización del ecosistema, al garantizar la presencia en el olivar de entomófagos polífagos, como coccinélidos y pteromálidos. Por lo demás, también el numeroso conjunto de entomófagos que viven a expensas de *Prays*, si se salvaguarda y favorece adecuadamente, suele ser suficiente para contener este fitófago.

En nuestra opinión, al menos en Italia, las poblaciones de este lepidóptero resultan nocivas desde el punto de vista económico cuando, con intervenciones fitosanitarias inadecuadas, se rompen los equilibrios naturales preexistentes, lo que a menudo favorece también la pululación de otros fitófagos.

Por lo que se refiere al control de la mosca, el papel de contención desarrollado por sus enemigos naturales parece relativamente modesto. Pero hay que resaltar, una vez más, que, aunque constituye el insecto clave del cultivo, el daño que ocasiona, al menos para las aceitunas de almazara, que después son transformadas, es indirecto y puede tolerarse en porcentajes de ataque más altos que para las aceitunas de mesa. Además, no todos los años caracterizados por una producción abundante, la magnitud del ataque alcanza el umbral económico de daño. Por otra parte, también es preciso subrayar la necesidad de definir un umbral de daño riguroso y científico. Para ello, deben tenerse en cuenta aspectos de coste indirectos, como el impacto ecológico de los tratamientos químicos, que, como es sabido, son difíciles de evaluar, y obviamente también las distintas realidades económicas de la olivicultura mediterránea. De ello se sigue que, muy probablemente, los umbrales indicados deban considerarse prudentes en muchos casos. Así pues, desde esta óptica, no deben olvidarse, junto a las intervenciones químicas estrictamente necesarias, la potenciación de la acción de los entomófagos presentes y la introducción de otros nuevos. Es cierto que, en el caso de este fitófago, la acción de contención natural no puede resolver definitivamente los problemas, pero podrían llegar a ser más frecuentes los años en que la mosca se mantenga en niveles de población no nocivos. Para ello es necesario, sin embargo, conocer con exactitud el funcionamiento del ecosistema. Se trata de aspectos muy difíciles de estudiar, pero la defensa integrada arroja hoy día una nueva luz sobre estos problemas.

BIBLIOGRAFÍA

Bactrocera oleae

AA.VV. «La difesa dell'olivo» *L'Informatore fitopatologico*, n: 1-2. 1981.

AA.VV. «Entomologie oléicole». *Conseil Oleicole International*. Juan Bravo, 10 - Madrid 28006, España. 1986.

AA.VV., «Fruit Flies their biology», *Natural Enemies and Control*, Voll. 3A, 3B. In World Crop Pest, Elsevier. 1989.

ARAMBOURG, Y.; PRALAVORIO, R. «Survie hivernale de *Dacus oleae* Gmel.». *Ann. Zool. Ecol. Anim.*, 2, pp. 659-662. 1970.

ARAMBOURG, Y.; PRALAVORIO, R. «Les chalcidiens ectophages (Hym.: Calcidoidea) parasites de *Dacus oleae* Gmel. (Dipt.: Trypetidae)». *Ann. Inst. Phytopath. Benaki* (N. S.), 11, pp. 30-46. 1974.

ARRAS, G. «L'impiego delle esche proteiche avvelenate nella lotta al *Dacus oleae* Gmelin in Provincia di Genova». *Atti Giornate Fitopatologiche*, 1978, pp. 277-284. 1978.

AZZI, G. *Ecologia agraria*. Pàtron editore, Bolonia. 1967.

BACCI DEL BENE, G.; CAIRA, E.; FERRARI, B. «Prove di lotta contro la mosca delle olive (*Dacus oleae* Gmel.) con esche proteiche avvelenate». *Ann. Ist. Sper. Zool. Agr.*, IV, pp. 191-203. 1975.

BAGNOLI, B.; BELCARI, A.; GHILARDI, G.; NICCOLI, A.; PUCCI, C.; QUAGLIA, F.; RICCI, C. «Osservazioni sulle catture di femmine di *Dacus oleae* (Gmel.) a mezzo di cartelle cromotropiche e sull'andamento dell'infestazione». *Ann. Ist. Sper. Zool. Agr.*, VII , pp. 93-103. 1982.

BAKER, R.; HERBERT, R.; HOWSE, P. E.; JONES, O. T. «Identification and synthesis of the major sex pheromone of the olive fly (*Dacus oleae*)». *J. Chem. Soc. Chem. Comm.*, pp. 52-53. 1980.

BELCARI, A. «Contributi all conoscenza dei Ditteri Tefritidi. IV. Descrizione della larva di terza età di *Acanthiophilus helianthi* (Rossi), *Dacus oleae* (Gmel.), *Ceratitis capitata* (Wied.), *Acidia cognata* (Wied.) e considerazioni preliminari sulle differenziazioni morfologiche legate al diverso trofismo». *Frustula Entomologica*, n. s., X (XXIII) , pp. 83-125. 1987.

BELCARIA, A.; RASPI, A.; CROVETTI, A. «Studies for the realisation of a regional chart of dacic risk, based on climatic, phenological and biological parameters. Fruit Flies of Economic Importance 87». Proc. CEC/FAO/IOBC International Symp. Rome, 7-10 abril 1987. Balkema, Rotterdam, pp. 49-60. 1989.

BENFATTO, D.; LONGO, S.; PARLATI, M. V. «Effetti della infestazione dacica sull'evoluzione della sostanza grassa e quantità di olio raccoglibile. 3° contributo: cv «Ogliarola messinese»». *Frustula Entomologica*, n.s., V (XVIII), pp. 57-71. 1982.

BERLESE, A. «Entomologia Agraria». *St. Ent. Agr.* Florencia, pp. 296-298. 1924.

BIGLES, F.; NEUENSCHWANDER, P.; DELUCCHI, V.; MICHEL HELAKIS, S. «Natural enemies of preimaginal stages of Dacus oleae Gmel. (Dipt. Tephritidae) in Western Crete. II. Impact on olive fly populations». *Bollettino del Laboratorio di Entomologia agraria Filippo Silvestri*, 43, pp. 79-96. 1986.

BRNETIC, D. «Some of our experiences in controlling the olive fly (Dacus oleae Gmelin) with poisoned baits. Integrated Pest Control in Olive Groves». Proc. CEC/FAO/IOBC International Joint Meeting, Pisa 3-6 abril 1984, Balkema, Rotterdam, pp. 357-369. 1985.

BROUMAS, T. H.; HANIOTAKIS, G.; LIAROUPOLOS, C.; YAMVRIAS, C. «Experiments on the control of the olive fruit fly by mass trapping. Integrated Pest Control in Olive Groves». Proc. CEC/FAO/IOBC International Joint Meeting, Pisa, 3-6 abril 1984. Balkema, Rotterdam, pp. 411-419. 1985.

CANARD, M.; LIAROPOULOS, C.; LAUDEHO, Y. «Développement d'Opius concolor (Hym.: Braconidae) pendant la phase hypogée de *Dacus oleae* (Dipt.: Trypetidae)». *Ann. Zool. Ecol. Anim.*, 11 (I), pp. 13-18. 1979.

CANTARELLI, M. T.; CAVALLORO, R.; DI COLA, G. «Some statistical and numerical techniques applied to olive pest control. Integrated Pest Control in Olive Groves». Proc. CEC/FAO/IOBC International Joint Meeting, Pisa 3-6 abril 1984, Balkema, Rotterdam, pp. 481-484. 1985.

CASILLI, O.; LACCONE, G.; SPACCAVENTO, I. «Efficacia e fitotossicità di alcuni insetticidi impiegati a dose normale e a dose dimezzata contro la mosca delle olive (*Dacus oleae* Gmel.)». *Atti giornate fitopatologiche*, Bolonia, 17-18 abril 1973, pp. 209-212. 1973.

CASILLI, O.; TARANTINO, L.; GADELETA, G. «Esperimenti di lotta contro la mosca delle olive con esche proteiche avvelenate». Atti XI Congr. Naz. Italiano di Entomologia Portici-Sorrento, 10-15 Mayo 1976, pp. 391-395. 1976.

CAVALLORO, R. «Orientamenti sull'allevamento permanente di *Dacus oleae* in laboratorio». *Redia*, LII, pp. 337-344. 1967.

CAVALLORO, R.; DELRIO, G. «Rilievi sul comportamento sessuale di *Dacus oleae* in laboratorio». *Redia*, LII, pp. 201-230. 1971.

CAVALLORO, R.; DELRIO, G. «La radiosterilizzazione di *Dacus oleae* e prospettive di lotta mediante la tecnica del maschio sterile». *Redia*, LIV, pp. 153-167. 1973.

CAVALLORO, R.; DELRIO, G. «Sterilizzazione di Dacus oleae Gmel. e Ceratitis capitata Wied. con radiazioni gamma e neutroni veloci». *Redia*, LV, pp. 373-392. 1974.

CHESI, F.; QUAGLIA, F. «Ricerche sulle metodologie di campionamento per la valutazione dell'infestazione dacica. Confronto delle varianze in un campione ampio ed in uno ridotto. Studi preliminari in due anni di sperimentazione condotti ad Asciano Pisa (1980 e 1981)». *Frustula Entomologica*, n. s, V (XVIII), pp. 111-116. 1982.

CHESI, F.; SANDI, C. «Ricerche delle variabili influenzanti la probabilità di infestazione delle olive da *Dacus oleae* (Gmel.). Esame preliminare di due anni di sperimentazione in Toscana (Asciano, 1980 e 1981)». *Frustula Entomologica*, n. s., V (XVIII), pp. 117-132. 1982.

CIGLIANO, G.; DE BONO, A. «Il metodo delle esche proteiche conferma la sua validità nella lotta contro le mosche delle olive». *L'Informatore Agrario*, XXIX (15), pp. 12.171-12.173. 1973.

CIRIO, U. «Reperti sul meccanismo stimolo-risposta nell'ovideposizione del *Dacus oleae* Gmel.». *Redia*, LII, pp. 577-599. 1971.

CIRIO, U.; DI CICCIO, G. «Integrated pest control in olive cultivation». *Acta Horticolture*, 286. 1990.

CIRIO, U.; MENNA, P. «Progress on the integrated pest management for olive groves in the Canino area. Integrated Pest Control in Olive Groves». Proc. CEC/FAO/IOBC International Joint Meeting, Pisa 3-6 abril 1984, Balkema, Rotterdam, pp. 348-356. 1985.

CIVANTOS LOPEZ-VILLALTA, M. «Developments in traditional methods of controlling Spanish olive tree pests. Integrated Pest Control in Olive Groves». Proc. CEC/FAO/IOBC International Joint Meeting, Pisa, 3-6 abril 1984, Balkema, Rotterdam, pp. 334-342. 1985.

COMINS, H. N.; FLETCHER B. S. «Simulation of fruit fly population dynamics, with particular reference to the olive fruit fly, Dacus oleae». *Ecological Modelling*, 40 (3-4), pp. 213-231. 1988.

CRNJAR, R.; SCALERA, G.; LISCIA, A.; ANGIOY, A. M.; BIGIANI, A.; PIETRA, P.; TOMASSINI, I. «Morphology and EAG mapping of the antennal olfactory receptors in *Dacus oleae*». *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 51 (1), pp. 77-85. 1989.

CROVETTI, A.; LOI, G.; QUAGLIA, F.; RASPI, A. «Ricerche eco etologiche sul *Dacus oleae* (Gmelin). 1. Durata dello sviluppo pupale a temperature costanti». *Notiziario sulle Malattie delle Piante*, n. 100 (III Serie, N. 26): Pavia, pp. 301-316. 1979.

CROVETTI, A.; QUAGLIA, F.; FORNASARI, L. «Prove di laboratorio ed in pieno campo per valutare l'attività biologica di sostanze feromoniche del *Dacus oleae* (Gmel.)». *Frustula Entomologica*, n. s., IV (XVII), pp. 357-364. 1982

CROVETTI, A.; QUAGLIA, F.; LOI, G.; ROSSI, E.; MALFATTI, P.; CHESI, F.; CONTI, B.; BELCARIA, A.; RASPI, A.; PAPARATTI, B. «Influenza di temperatura e umidità sullo sviluppo degli stadi preimmaginali di *Dacus oleae* (Gmelin)». *Frustula Entomologica*, n. s., V (XVIII), pp. 133-166. 1982.

CROVETTI, A. «Lotta integrata in olivicoltura». M. A. F. - Convegno «Olivicoltura» Florencia 1991, ed. Ist. Sper. Pat. Veg., Roma. 1993.

CUBERO, I.; LOPEZ-ESPINOSA, M. T. P.; CASTILLO, R. A. «Enantiospecific synthesis of (r)-1,7dioxaspiro (5,5) undecane major component of *Dacus oleae* (Bactrocera oleae) sex pheromone from D-fructose». *Journal of Chemical Ecology*, 17 (8), pp. 1.529-1.541. 1991.

DE BONO, A. «Prove di lotta contro il *Dacus oleae* Gmel. con esche proteiche avvelenate». *Atti Giornate fitopatologiche* 1978 (1), pp. 285-292. 1978.

DELANOUE, P.; ARAMBOURG, Y. «Contribution a l'étude en laboratoire d'Eupelmus urozonus Dalm. (Hym.: Chalcidoidea Eupelmidae)». *Ann. Soc. Ent. France*, n. s., 1, pp. 817-842. 1965.

DELANOUE, P.; ARAMBOURG, Y. «Contribution a l'étude en laboratoire de Pnigalio mediterraneus Ferr. et Del. (Hym.: Chalcidoidea Eulophidae)». *Ann. Soc. Ent. France*, n. s., 3, pp. 909-927. 1967.

DELANOUE, P.; ARAMBOURG, Y. «Contribution a l'étude en laboratoire de Eurytoma martellii Dom. (Hym.: Chalcidoidea Eurytomidae)». *Ann. Soc. Ent. France*, n. s., 5, pp. 811-824. 1969.

DELRIO, G. «Fattori di regolazione delle popolazioni di *Dacus oleae* Gmelin nella Sardegna nord-occidentale». *Notiz. Mal. Piante*, 98-99, pp. 27-45. 1978.

DELRIO, G.; LUCIANO, P.; ORTU, S.; PROTA, R. «Variazioni delle popolazioni di *Dacus oleae* Gmel. e programmazione della lotta nell'olivicoltura sarda». *Atti Giornate Fitopatologiche*, pp. 269-276. 1978.

DELRIO, G. «Biotechnical methods for olive pest control. Integrated Pest Control in Olive Groves». Proc. CEC/FAO/IOBC International Joint Meeting, Pisa 3-6 abril 1984. Balkema, Rotterdam, pp. 394-410. 1985.

DELRIO, G.«Biotechnical methods for the fruit fly control. Fruit Flies of Economic Importance 87». Proc. CEC/FAO/IOBC Int. Symp., Rome, 7-10 abril 1987, Balkema, Rotterdam, pp. 359-372. 1989.

DELUCCHI, V. «Prospects of the integrated pest management in olive-groves. Integrated Pest Control in Olive Groves». Proc. CEC/FAO/IOBC *International Joint Meeting*, Pisa, 3-6 abril 1984, Balkema, Rotterdam, pp. 503-505. 1985.

DELUCCHI, V. «The IPM concept: Basic needs for its implementation. Integrated Pest Control in Olive Groves». Proc. CEC/FAO/IOBC International Joint Meeting, Pisa 3-6 abril 1984, Balkema, Rotterdam, pp. 330-333. 1985.

DE MARZO, L.; NUZZACI, G.; SOLINAS, M. «Aspetti anatomici, strutturali, ultrastrutturali e fisiologici delle ghiandole genitali accessorie del maschio di *Dacus oleae* Gmel. in relazione alla maturità ed alla attività sessuale». *Entomologica*, XII, pp. 213-240. 1976.

DE MARZO, L.; NUZZACI, G.; SOLINAS, M. «Studio anatomico, istologico, ultrastrutturale e fisiologico del retto ed osservazioni istologiche in relazione alla possibile produzione di feromoni sessuali nel maschio di *Dacus oleae*». *Entomologica*, XIV, pp. 203-266. 1978.

DI COLA, G.; MARMIROLI, D.; CROVETTI, A.; QUAGLIA, F. «Numerical simulation of the development of the population of *Dacus oleae* (Gmelin). Integrated Pest Control in Olive Groves». Proc.

CEC/FAO/IOBC International Joint Meeting, Pisa 3-6 abril 1984, Balkema, Rotterdam, pp. 128-136. 1985.

DOMENICHINI, G. «L'Euritoma parassita del *Dacus oleae* Gmel. e sue differenze con la specie affini». *Boll. Zool. agr. e Bachic.*, s.II, 3, pp. 99-108. 1960.

DREW, R. A. I. «The tropical Fruit Flies (Diptera : Tephritidae: Dacinae) of the Australasian and Oceanian regions». *Memoirs of the Queensland Museum*, Brisbane. 1989.

ECONOMOPOULOS, A. P. «Controlling *Dacus oleae* by fluorescent yellow traps». *Entomologia experimentalis et applicata*, 22, pp. 191-199. 1977.

ECONOMOPOULOS, A. P.; GIANNAKAKIS, A.; TZANAKAKIS, M. E.; VOYADJOGLOU, A. V. «Reproductive physiology and behaviour of the olive fruit fly. 1. Anatomy of the adult rectum and odors emitted by adults». *Ann. Entomol. Soc. Amer.*, 69 (4), pp. 1.112-1.116. 1971.

ECONOMOPOULOS, A. P.; HANIOTAKIS, G. E.; MATHIOUDIS, J.; MISSIS, N.; KINIGAKIS, P. «Long-distance flight of wild and artificially reared *Dacus oleae* (Gmelin) (Diptera Tephritidae)». *Z. Ang. Ent.*, 87, pp. 101-108. 1978.

ECONOMOPOULOS, A. P.; PROKOPY, R. J. «Testing response to host leaves in *Dacus oleae*. In: Quality control. An idea book for fruit fly workers». *Bull.* SROP 1977/5, pp. 56-57. 1977.

ECONOMOPOULOS, A. P.; VOYADJOGLOU, A. V.; GIANNAKAKIS, A. «Reproductive behaviour and physiology od *Dacus oleae*: fecundity as affected by mating, adult diet and artificial rearing». *Ann. Entomol. Soc. Am.*, 69, pp. 725-729. 1976.

ECONOMOPOULOS, A. P.; RAPTIS, A.; STAVROPOULOU-DELIVORIA, A.; PAPADOPOULOS, A. «Control of *Dacus oleae* by yellow sticky traps combined with ammonium acetate slow-release dispensers». *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 41 (1), pp. 11-16. 1986.

ECONOMOPOULOS, A. P. «Evaluation of color and odor traps for *Dacus oleae* monitoring or control. Fruit Flies of Economic Importance 84». IOBC Meeting, Hambourg, 23 agosto de 1984, Balkema, Rotterdam, pp. 23-26. 1986.

EUROPEAN AND MEDITERRANEAN PLANT PROTECTION ORGANIZATION, «Guideline for the biological evaluation of insecticides. *Dacus oleae*». *Eppo Bulletin* 17 (3), pp. 447-452. 1987.

FENILI, G. A.; PEGAZZANO, F. «Osservazioni compiute negli anni 1962-1964 sulla presenza in Toscana di *Opius concolor siculus*, Imenottero Braconide parassita del *Dacus oleae*». *Redia*, XLIX, pp. 145-156. 1965.

FENILI, G. A.; PEGAZZANO, F. «Contributo alla conoscenza dei parassiti di *Dacus oleae* Gmel. Ricerche eseguite in Toscana negli anni 1967-1968». *Redia*, LII, pp. 1-29. 1971.

FERON, M. «L'appel sonore du mâle dans le comportement sexuel de *Dacus oleae* Gmel: (Dipt., Trypetidae)». *Bul. Soc. Ent. Fr.*, 63, pp. 139-143. 1960.

FERON, M.; ANDRIEU, A. J. «Etude de signaux acoustiques du mâle dans le comportement sexuel de *Dacus oleae* Gmel. (Dipt. Trypetidae)». *Ann. Epiphty.*, París, 13, pp. 269-276. 1962.

FERRIERE, C.; DELUCCHI, V. «Les Hyménoptères parasites de la mouche des olives. I. Les chalcidiens de la région méditerranéenne». *Entomophaga*, 2, pp. 119-124. 1957.

FLETCHER, B. S.; KAPATOS, E. «Dispersal of the olive fly, *Dacus oleae* during the summerperiod on Corfu». *Ent. Exp. & Appl.*, 29: 1-8. 1981.

FIMIANI, P. «Osservazioni sugli entomoparassiti del *Dacus oleae* Gmel. nelle zone olivicole del litorale e delle isole del golfo di Napoli». *Boll. Lab. Entomol. Agr. «Filippo Silvestri»*, 29, pp. 73-119. 1971.

FIMIANI, P.; FIUME, F. «Osservazioni sulla presenza di entomofagi del *Dacus oleae* Gmel. in biotopi olivicoli della Calabria». *Ann. Ist. Sper. Oliv.*, II, pp. 79-96. 1974.

FLETCHER, B. S.; PAPPAS, S.; KAPATOS, E. «Changes in the ovaries of olive flies (*Dacus oleae* Gmelin) during the summer and their relationship to temperature, humidity and fruit availability». *Ecol. Entomol.*, 3, pp. 99-107. 1978.

FYTIZAS, E. «Inhibition du développement larvaire de la descendance de *Dacus oleae* Gmel. (Diptera Tephritidae) par la streptomycine, incorporée à la nourriture des adultes. II. Administrations de la streptomycine répetées, en presence des symbiontes». *Z. ang. Ent.*, 64, pp. 35-38. 1969.

GENDUSO, P.; RAGUSA, S. «Lotta biologica artificiale contro la mosca delle olive a mezzo dell'Opius c. siculus in Puglia nel 1968». *Boll. Ist. Ent. Agr. e Osserv. Fitopat.*, Palermo, 7: 197-216. 1969.

GENDUSO, P.; RAGUSA, S. «Lotta biologica artificiale contro la mosca delle olive a mezzo dell'Opius c. siculus Mon. in Puglia e nel 1968». *Boll. Ist. Ent. Agr.* Palermo, 7: 196-216. 1968.

GENDUSO, P. «Influenza della temperatura sulla durata e sulla resistenza degli stadi preimaginali dell'Opius c. siculus Mon». *Boll. Ist. Ent. Agr.* Palermo, 8, pp. 1-9. 1970.

GIROLAMI, V. «Reperti morfo-istologici sulle batteriosimbiosi del *Dacus oleae* Gmelin e di altri ditteri tripetidi, in natura e negli allevamenti su substrati artificiali». *Redia*, LIV, pp. 269-294. 1973.

GIROLAMI, V. «Note demo-ecologiche su *Dacus oleae* Gmelin». *Notiz. Mal. Piante*, 98-99, pp. 11-25. 1978.

GIROLAMI, V.; VIANELLO, A.; STRAPAZZON, A.; RAGAZZI, E.; VERONESE, G. «Ovipositional deterrents in *Dacus oleae*». *Ent. Exp. & Appl.*, 29, (2), pp. 177-188. 1981.

GIROLAMI, V.; RENSI, F.; PAVAN, F.; STRAPAZZON, A.; BRIAN, E. «Host plant stimulation of oogenesis in *Dacus oleae* Gmel. Fruit Flies of Economic Importance 87». Proc. CEC/FAO/IOBC Int. Symp., Rome, 7-10 abril 1987. Balkema, Rotterdam, pp. 159-168. 1989.

HANIOTAKIS, G. E. «Male olive fly attraction to virgin females in the field». *Ann. Zool. Anim.*, 9(2), pp. 273-276. 1977.

HANIOTAKIS, G. E.; SKYRIANOS, G. «Attraction of *Dacus oleae* Gmelin to pheromone, McPail and color traps». *J. Econ. Entomol.*, 74, pp. 58-60. 1981.

HANIOTAKIS, G. E. «Control of *Dacus oleae* by mass-trapping: present status and prospects». *Bull.* OEPP, 16, pp. 395-402. 1986.

HANIOTAKIS, G. E. «Effect of size, color and height of pheromone baited sticky traps on captures of *Dacus oleae* flies». *Entomologia Hellenica*, 4 (2), pp. 55-61. 1986.

HANIOTAKIS, G. E.; FRANCKE, W.; MORI, K.; REDLICH, H.; SCHURIG, V. «Sex-specific activity of (R)-(-)- and (S)-(+)-1,7-dioxaspiro (5.5) undecane, the major pheromone of *Dacus oleae*». *Journal of Chemical Ecology*, 12 (6), pp, 1559-1568. 1986.

HANIOTAKIS, G. E «Experiments toward disrupting pheromonal communication in *Dacus oleae*». *Bulletin* SROP 10 (3), pp. 55-56. 1987.

HANIOTAKIS, G. E.; MAVRAGANIS, V. G.; RAGOUSSI, V. 1,5,7-«Trioxaspiro (5.5) undecane, a pheromone analog with high biological activity for the olive fruit fly, *Dacus oleae*». *Journal of Chemical Ecology* 15 (3), pp. 1.057-1.065. 1989.

HANIOTAKIS, G.; KOZYRAKIS, M.; FITSAKIS, T.; ANTONIDAKI, A. «An effective mass-trapping method for the control of *Dacus oleae*». *J. Econ. Entom.*, 84, pp. 564-569. 1991.

HEIM, G. «Effect of insecticidal sprays on predators and indifferent arthropods found on olive trees in the north of Lebanon. Integrated Pest Control in Olive Groves». Proc. CEC/FAO/IOBC International Joint Meeting, Pisa, 3-6 abril 1984, Balkema, Rotterdam, pp. 456-465. 1985.

KAPATOS, E.; MC FADDEN, M. W.; PAPPAS, S. «Sampling techniques and preparatyion of partial life tables for the olive fly, *Dacus oleae* (Diptera: Trypetidae) in Corfu». Ecological Entomology, 2, pp. 193-196. 1977.

KAPATOS, E.; MC FADDEN, M. W.; PAPPAS, S. «Ecological studies on the olive fly *Dacus oleae* Gmel. in Corfu. II. Mortality of immature stages in the fruit». *Boll. Lab. Entomol. Agr. «Filippo Silvestri»*, Portici, 34, pp. 74-79. 1977.

KAPATOS, E.; FLETCHER, B. S. «Development of a method for determining time of aerial treatment against adults of the olive fruit fly (*Dacus oleae* Gmelin, Diptera, Tephritidae)». *Georgike areuna*, 6 (3), pp. 403-416. 1982.

KOVEOS, D.; TZANAKAKIS, M. E. «Effect of the presence of olive fruit on ovarian maturation in the olive fruit fly, *Dacus oleae*, under laboratory conditions». *Ent. ex. & appl.*, 55, pp. 161-168. 1990.

IANNOTTA, N. «Lotta integrata al *Dacus oleae* (Gmel.): correlazioni tra epoca di maturazione delle olive, etologia del dittero e qualità dell'olio». *Ann. Ist. Sper. Olivicoltura*, X, pp. 63-67. 1988.

IPERTI, G. «Preliminary phenological data before establishment of Rhyzobius forestieri (Muls.) (Coleoptera, Coccinellidae) in olive trees neae Antibes (Southern France). Integrated Pest Control in Olive Groves». Proc. CEC/FAO/IOBC International Joint Meeting, Pisa, 3-6 abril 1984. Balkema, Rotterdam, pp. 451-455. 1985.

JIMENEZ, A. «Potential value of entomophagous in the olive pests control. Integrated Pest Control in Olive Groves». Proc. CEC/FAO/IOBC International Joint Meeting, Pisa, 3-6 abril 1984, Balkema, Rotterdam: 441-450. 1985.

JIMÉNEZ, A. «Linearity of cumulative daily production of a strain Opius concolor Szepl. for several generations. Fruit Flies of Economic Importance 87». Proc. CEC/FAO/IOBC, Int. Symp., Rome, 7-10 abril 1987, Balkema, Rotterdam, pp. 333-338. 1989.

JONES, O. T.; LISK, J. C.; BAKER, R.; MITCHELL, A. W.; RAMOS, P. «A sex pheromone baited trap which catches the olive fly (*Dacus oleae*) with a measurable degree of selectivity. Integrated Pest Control in Olive Groves». Proc. CEC/ FAO/IOBC International Joint Meeting, Pisa, 3-6 abril 1984, Balkema, Rotterdam, pp. 104-112. 1985.

LAUDEHO, Y.; CANARD, M.; LIAROPOULOS, C. «Contribution a l'étude de la faune du sol dans l'oliveraie grecque (Col., Caraboidea et Staphylinoidea; Hym., Formicidae)». *Biol. Gallohellenica*, 8. 1978.

LEVEDAKOU, L. N. SEKERIS, C. E. «Isolation and characterization of vitellin from the fruit fly, *Dacus oleae*». *Archives of Insect Biochemistry and Physiology*, 4 (4), pp. 297-311. 1987.

LEVINSON, H. Z.; LEVINSON, A. R. «Botanical and chemical aspects of the olive fruit with regards to host acceptance and utilization by *Dacus oleae* (Gmelin.)». *Integrated Pest Control in Olive Groves.* Proc. CEC/FAO/IOBC International Joint Meeting, Pisa, 3-6 abril 1984, Balkema, Rotterdam, pp. 49-62. 1985.

LIAROPOULOS, C.; LOUSKAS, C.; CANARD, M.; LAUDEHO, Y. «Lachers d'Opius concolor (Hym.: Braconidae) dans des populations de printemps de *Dacus oleae* (Dipt.: Trypetidae)». *Expérimentation en Grèce Continentale.* Entomophaga, 22 (3), pp. 259-264. 1977.

LIOTTA, G.; MINEO, G. «Lotta biologica artificiale contro la mosca delle olive a mezzo dell'*Opius concolor siculus* Mon. in Sicilia nel 1968». *Boll. Ist. Ent. Agr.* Palermo, 7, pp. 183-196. 1968.

LOI, G.; BELCARI, A.; MALFATTI, P. «Studi per l'applicazione di metodologie statistiche computerizzate in olivicoltura. Predisposizione di un piano sperimentale per la individuazione di soglie economiche di intervento contro la mosca delle olive. 1° esame dei dati relativi al 1980». *Frustula Entomologica*, n. s., IV (XVII), pp. 223-265. 1982.

LOI, G.; BELCARI, A.; MALFATTI, P. «Studi per l'applicazione di metodologie statistiche computerizzate in olivicoltura. Esame dei dati relativi alla sperimentazione condotta ad Asciano (Pisa) nel 1981, per la individuazione di soglie economiche d'intervento contro il *Dacus oleae* (Gmel.)». *Frustula Entomologica*, n. s., V (XVIII), pp. 91-102. 1982.

LONGO, S.; BENFATTO, D.; PARLATI, M. V.; RUSSO A. «Studies on relationship among *Dacus oleae* infestation fruit removal force and phisical-chemical charatteristics of oil». Proc. of Cec/Iobc «Fruit Flies of economic importance 87» Ed. by Cavalloro A.A. Balkema, pp. 61-69. 1989.

LONGO, S. «Attuali strategie di controllo dei principali fitofagi dell'olivo». *L'Informatore agrario*, XLVII (13) , pp. 107-109. 1992.

LUCCHESE, E. «Contributo alla conoscenza della mosca delle olive (*Dacus oleae* Gmel.)». *Ann. Fac. Agr. Perugia*, 10, pp. 1-45. 1954.

LUPO, V. «L'andamento climatico, la mosca delle olive e sua migrazione». *Boll. Lab. Zool. Gen. Agr.* Portici, 32, pp. 137-177. 1943.

MANOUSIS, T.; ELEY, S. M.; PULLIN, J. S. K.; LAMBROPOULOS, A.; MOORE, N. F. «Preliminary search for a virus in *Dacus oleae* Gmel. populations in northern Greece». *Entomologica Hellenica*, 4 (1), pp. 15-18. 1986.

MANOUSIS, T.; MORE, N. F. «Control of *Dacus oleae*, a major pest of olives». *Insect Science and its Applications*, 8 (1), pp. 1-9. 1987.

MAZOMENOS, B. E.; HANIOTAKIS, G. E. «A multicomponent female sex pheromone of *Dacus oleae* Gmelin. Isolation and Bioassay». *J. Chem. Ecol.*, 1, pp. 439-466. 1981.

MAZZINI, M.; VITA, G. «Identificazione submicroscopica del meccanismo di trasmissione del batterio simbionte in *Dacus oleae* (Gmelin) (Diptera, Trypetidae)». *Redia*, XLIV, pp. 277-301. 1981.

MELIS, A. «Nuove osservazioni sui costumi della mosca delle olive (*Dacus oleae* Gmel.) nella Toscana litoranea con particolare riferimento agli sfarfallamenti invernali e primaverili». *Redia*, XXXVIII, pp. 1-84. 1953.

MELIS, A. «Il peso esercitato sul comportamento del *Dacus oleae* Gmel. dal fattore termico». *Redia*, XXXIX, pp. 1-28. 1954.

MICHELAKIS, S.; NEUENSCHAWNDER, P. «Etude des déplacements de la population imaginale de *Dacus oleae* (Gmel.) (Diptera, Tephritidae) en Crète, Grèce». *Acta Oecol. appl.*, 2, pp. 127-137. 1981.

MICHELAKIS, S.; NEUENSCHAWNDER, P. «Bio-ecological data on *Dacus oleae* (Gmelin.) for selective control in Crete, Greece. Integrated Pest Control in Olive groves». Proc. CEC/FAO/IOBC International Joint Meeting, Pisa, 3-6 abril 1984, Balkema, Rotterdam, pp. 94-103. 1985.

MICHELAKIS, S. E. «The hibernation of the olive fly adults (*Dacus oleae* Gmel.) in Crete, Greece. Fruit Flies of Economic Importance 87». Proc. CEC/FAO/IOBC Int. Symp. Rome, 7-10 abril 1987, Balkema, Rotterdam, pp. 71-80. 1989.

MONACO, R.; NUZZACI, G. «Osservazioni sulla possibilità di svernamento in Puglia dell'Opius concolor Szepl». *Entomologica*, VI, pp. 181-194. 1970.

MONASTERO, S. «La prima grande applicazione della lotta biologica artificiale contro la mosca delle olive». *Boll. Ist. Ent. Agr. e Osserv. Fitopat.* Palermo, 7, pp. 63-100. 1967.

MONASTERO, S. «I risultati della lotta biologica contro il *Dacus oleae* nel 1968 e nuove acquisizioni tecniche nell'allevamento della Ceratitis capitata». *Boll. Ist. Ent. Agr. e Osserv. Fitopat.* Palermo, 7, pp. 171-175. 1970.

MONTIEL BUENO, A. «Strategy for integrated control of Spanish olive trees - Technical recommendations for integrated control programmes. Integrated Pest Control in Olive Groves». Proc. CEC/FAO/IOBC International Joint Meeting, Pisa 3-6 abril 1984, Balkema, Rotterdam, pp. 470-480. 1985.

MONTIEL BUENO, A.; MATA, M. S. «A sexual confusion technique in the control of *Dacus oleae* (Gmel.). Integrated Pest Control in Olive Groves». Proc. CEC/FAO/IOBC International Joint Meeting, Pisa 3-6 abril 1984, Balkema, Rotterdam, pp. 420-427. 1985.

MONTIEL BUENO, A. «Control of olive fly by means of its sex pheromone. Fruit Flies of Economic Importance 87». Proc. CEC/FAO/IOBC Int. Symp., Rome, 7-10 abril 1987, Balkema, Rotterdam, pp. 443-454. 1989.

MONTIEL, A.; JONES, O. T. «Present state of use of pheromones in the integrated control of olive pests». *Boletin de Sanidad Vegetal*, Plagas. 15 (2), pp. 161-173. 1989.

MUSTAFÁ T.; AL-ZAGHAL, K. «Frequency of *Dacus oleae* (Gmelin) immature stages and their parasites in seven olive varieties in Jordan». *Insect Science and its Application*, 8 (2), pp. 165-169. 1987.

NEUENSCHAWANDER, P.; MICHELAKIS, S. «Materials for the determination of the economic thresholds for *Dacus oleae* (Gmel.) on oil olives in Western Crete». en: *Summaries of main lectures and discussion-papers; International Symposium on «Integrated Control in Agriculture and Forestry»*, Vienna 8-12 octubre 1979, OILB/SROP, p. 91. 1979.

NEUENSCHAWANDER, P.; MICHELAKIS, S. «Determination of the lower thermal thresholds and day-degree requirements for eggs and larvae of *Dacus oleae* (Gmel.) (Diptera: Tephritidae) under field conditions in Crete, Greece». *Bull. Soc. Ent. Suisse*, 52, pp. 57-74. 1979.

NEUENSCHAWANDER, P.; MICHELAKIS, S.; BIGLER, F. «Abiotic factors affecting mortality of *Dacus oleae* larvae and pupae in the soil». *Ent. Exp. & Appl.*, 30, pp. 1-9. 1981.

ORPHANIDES, G. M. «Insect pest of olives in Cyprus. Integrated Pest Control in Olive Groves». Proc. CEC/FAO/IOBC International Joint Meeting, Pisa, 3-6 abril 1984, Balkema, Rotterdam, pp. 343-347. 1985.

ORPHANIDIS, P. S.; KALMOUKOS, P. E.; BETZIOS, B. C. «Les insecticides carbamiques par comparaision aux insecticides organophosphorés dans les appats d'hydrolysats de protéines pour la lutte contre la mouche de l'olive (*Dacus oleae* Gmel.)». *Z. ang. Ent.*, 63, pp. 389-405. 1969.

PITZALIS, M. «Bioclimatology and insect development forecast: Degree days and phenophases of *Dacus oleae* (Gmel.). Integrated Pest Control in Olive Groves». Proc. CEC/FAO/IOBC International Joint Meeting, Pisa 3-6 abril 1984, Balkema, Rotterdam, pp. 84-93. 1985.

POINAR, G. O.; HESS, R. T.; TSITSIPIS, J. A. «Ultrastucture of bacterial symbiontes in the pharyngeal diverticulum of *Dacus oleae* (Gmel.) (Trypetidae: Diptera)». *Acta Zoologica*, 56, pp. 77-84. 1975.

POMONIS, J. G.; MAZOMENOS, B. E. «Biosyntesis of a pheromone, 1,7 dioxaspiro (5,5) undacane, from C-substrates in vivo and by explanted female rectal glands of the olive fruit fly, *Dacus oleae* (Gmel.): a preliminary study». *International Journal of Invertebrate Reproduction and Development*, 10 (2), pp. 169-177. 1986.

PUCCI, C.; BALLATORI, E.; FORCINA, A. «Soglia economica d'intervento per trattamenti diretti contro gli stadi preimaginali nei dintorni del Lago Trasimeno. Incontro sul *Dacus oleae* Gmel». *Notiz. Malat. Piante.*, Pavia, s. 3, 26, pp. 121-161. 1979.

PUCCI, C.; BALLATORI, E.; TIRIMBELLI, D.; AMBROSI, G. «Ottimizzazione della data di raccolta delle olive in annate di alta infestazione dacica». *Frustula Entomologica*, n. s., V (XVIII) , pp. 3-30. 1982.

PUCCI, C.; RICCI, C.; BAGNOLI, B.; BELCARI, A.; CICCHITELLI, G.; MONTANARI, G. E.; NICCOLI, A.; QUAGLIA, F. «Infestazione da *Dacus oleae* (Gmel.) nei diversi settori della chioma e nella cascola». *Redia*, XLVI, pp. 315-333. 1983.

PUCCI, C.; FIORI, G. «Evaluation of the losses caused by *Dacus oleae* (Gmelin) and calculation of the economic threshold for larvicidal sprays in Umbria (1983). Integrated Pest Control in Olive Groves». Proc. CEC/FAO/IOBC Internatioonal Joint Meeting, Pisa, 3-6 abril 1984, Balkema, Rotterdam, pp. 370-379. 1985.

PUCCI, C.; DOMINICI, M.; MARUCCHINI, C. «Dimethoate residues in olives and mortality of preimaginal stages of *Dacus oleae* (Gmel.) ectoparasites. Fruit Flies of Economic Importance 87». Proc. CEC/FAO/IOBC Int. Symp., Rome, 7-10 abril 1987, Balkema, Rotterdam, pp. 507-514. 1989.

QUAGLIA, F.; MALFATTI, P.; PAPARATTI, B. «Modalità diverse per la valutazione della infestazione dacica. Esame preliminare dei risultati ottenuti nella sperimentazione condotta nel 1980 in Toscana». *Frustula Entomologica*, n. s., IV (XVII), pp. 267-275. 1982.

QUAGLIA, F.; MALFATTI, P.; PAPARATTI, B. «Confronto dell' efficacia di mezzi diversi per monitoraggio degli adulti di *Dacus oleae* (Gmel.)». *Frustula Entomologica*, n. s., IV (XVII), pp. 343-356. 1982.

QUAGLIA, F.; CONTI, B.; ROSSI, E. «Competitive comparison of the biological activity of two pheromone blends for *Dacus oleae* (Gmelin) adult monitoring. Integrated Pest Control in Olive Groves». Proc. CEC/FAO/IOBC, International Joint Meeting, Pisa, 3-6 abril 1984 - Balkema, Rotterdam, pp. 113-116. 1985.

RASPI, A. «Considerazioni preliminari sulla cattura di entomofauna utile mediante l'impiego di trappole chemiocromotropiche nell'oliveto». *Frustula Entomologica*, n. s., V (XVII), pp. 103-109. 1982.

RASPI, A.; MALFATTI, P. «The use of yellow chromotropic traps for monitoring *Dacus oleae* (Gmel.) adults. Integrated Pest Control in Olive Control». Proc. CEC/FAO/IOBC International Joint Meeting. Pisa, 3-6 april 1984, Balkema, Rotterdam, pp. 428-440. 1985.

RICCI, C.; PUCCI, C.; BALLATORI, E.; FORCINA, A. «Alcuni aspetti della dinamica delle popolazioni di adulti e analisi della relazione tra infestazione e catture con cartelle cromotropiche. Incontro sul *Dacus oleae* Gmel». *Notiz. Malat. Piante*, Pavia, S.3, 26, pp. 261-282. 1979.

ROBERTI, D. «Osservazioni sullo svernamento del Pnigalio mediterraneus Ferr. et Del. (Hym.: Calcicoidea), parassita ectofago di *Dacus oleae* Gmel.». *Mem. Soc. Entomol. It.*, 48, pp. 492-498. 1969.

ROBERTI, D.; MONACO, R. «Osservazioni eseguite in Puglia nel 1966 sui parassiti ectofagi delle larve della mosca delle olive in relazione anche ai trattamenti con esteri fosforici». *Entomologica*, III, pp. 237-275. 1967.

SANDI, C. «Optimal control in pest management. Integrated Pest Control in Olive Groves». Proc. CEC/FAO/IOBC International Joint Meeting, Pisa, 3-6 abril 1984, Balkema, Rotterdam, pp. 485-488. 1985.

SOBREIRO, J. B. «First results on the use of chromotropic traps to control *Dacus oleae* (Gmel.). Fruit Flies of Economic Importance 87». Proc. CEC/FAO/IOBC *Int. Sym., Rome*, 7-10 abril 1987. Balkema, Rotterdam, pp. 413-418. 1989.

SILVESTRI, F. «Viaggio in Africa per cercare parassiti di mosche dei frutti». *Boll. Lab. Zool. Gen. Agr.* Portici, Vol. VIII, pp. 1-164. 1913.

SILVESTRI, F. «Contributo alla conoscenza degli insetti dell'olivo dell'Eritrea e dell'Africa meridionale». *Boll. Lab. Zool. Gen. Agr.* Portici, 9, pp. 240-334. 1915.

SOLINAS, M.; NUZZACI, G. «Functional anatomy of *Dacus oleae* Gmel. female genitalia in relation to insemination and fertilization processes». *Entomologica*, XIX, pp. 135-165. 1984.

STOFFOLANO, J. G. JR. «Structure and function of the ovipositor of the Tephritids. Fruit Flies of Economic Importance 87». Proc. CEC/FAO/IOBC *Int. Symp., Rome*, 7-10 abril 1987, Balkema, Rotterdam, pp. 141-146. 1989.

STRAPAZZON, A.; GIROLAMI, V.; MASIA, A. «Host plant chemicals regulating the reproductive behaviour of olive flies. Integrated Pest Control in Olive Groves». Proc. CEC/FAO/IOBC International Joint Meeting, Pisa, 3-6 abril 1984. Balkema, Rotterdam, pp. 122-127. 1985.

TSIROPOULOS, G. J. «Storage temperatures for egg and pupae of the olive fruit fly». *J. Econ. Entomol.*, 65, pp. 100-102. 1972.

TZANAKAKIS, M. E. «Preliminary observations on the effect of certain light conditions on the pupation of the olive fruit fly, *Dacus oleae* (Gmel.), outside the fruit». *Z. ang. Ent.*, 55, p. 94.

TZANAKAKIS, M. E. «Duration of sperm fertilizing capacity within the female of *Dacus oleae*, and fecundity of female isolated after mating (Diptera: Tephritidae)». *Ann. Entomol. Soc. Am.* 60, pp. 285-286. 1967.

TZANAKAKIS, M. E.; TSITSIPIS, J. A.; ECONOMOPOULOS, A. P. «Frequency of mating in females of the olive fruit fly under laboratory conditions». *J. Econ. Entomol.*, 61, pp. 1.309-1.312. 1968.

TZANAKAKIS, M. E. «Considerations on the possible usefulness of olive fruit fly symbioticides in integrated control in olive groves. Integrated Pest Control in Olive Control». Proc. CEC/FAO/IOBC International Joint Meeting, Pisa, 3-6 abril 1984, Balkema, Rotterdam, pp. 386-393. 1985.

TZANAKAKIS, M. E.; KOVEOS, D. S. «Inhibition of ovarian maturation in the olive fruit fly, *Dacus oleae* (Diptera: Tephritidae), under long photophase and an increase of temperature». *Ann. Ent. Soc. of America*, 79 (1), pp.15-18. 1986.

VIGGIANI, G. «La difesa integrata dell'olivo: attualità e prospettive». *Informatore fitopatologico*, 2, pp. 23-32. 1989.

VITA, G.; BARBERA, F. «Aspetti biochimici del rapporto pianta-insetto nel *Dacus oleae*». *Atti del XI Congr. Italiano Ent.*, Sorrento, pp. 155-161. 1976.

WHARTON, R. A. «Biological control of fruit-infesting Tephritidae. Fruit Flies of Economic Importance 87». Proc. CEC/FAO/IOBC Int. Symp., Rome, 7-10 abril 1987, Balkema, Rotterdam, pp. 323-332. 1987.

WHITE, I. M.; ELSON-HARRIS, M. M. «Fruit Flies of Economic Significance: their identification and bionomics». *C.A.B. International*, Wallingford, UK. 1992.

YAMVRIAS, C. «Present status of microbiological control of olive pests. Integrated Pest Control in Olive Groves». Proc. CEC/FAO/IOBC International Joint Meeting, Pisa, 3-6 abril 1984, Balkem, Rotterdam, pp. 380-385. 1985.

ZANGHERI, S.; CAVALLORO, R.; DELRIO, G.; GIROLAMI, V.; PROTA, R.; RICCI, C. «Osservazioni sul *Dacus oleae* Gmelin in varie regioni italiane nell'ambito di un programma coordinato». *Atti XI Congr. Italiano Ent.*, Sorrento, pp. 429-436. 1976.

ZUCCONI, F.; KASSIMIS, D.; CARVOUNIS, D. «Considerazioni sulla maturazione commerciale delle olive». *L'Italia agricola*, 115, pp. 105-112. 1978.

ZURITA, D. «The strategy of integrated pest control in Spanish olive groves - I. Action by the Spanish Agricultural Administration in connection with integrated pest control. Integrated Pest Control in Olive groves». Proc. CEC/FAO/IOBC International Joint Meeting, Pisa, 3-6 abril 1984, Balkema, Rotterdam, pp. 466-469. 1985.

Saissetia oleae

AHMAD, R. «A note on *Saissetia oleae* and its natural enemies in Iran». *Entomophaga*, 20 (2), pp. 221-223. 1975.

AL ROUECHDI, K.; PRALAVORIO, R.; CANARD, M.; ARAMBOURG, Y. «Coïncidence et relations prédatrices entre Chrysopa carnea (Stephens) (Neur. Chrysopidae) et quelques ravageurs de l'olivier dans le sud-est de la France». *Boll. Soc. Entomol.* Suiza, 54, pp. 281-290. 1981.

ANNECKE, D. P.; MYNHARDT, M. J. «On the type-species and three new species of Prococcophagus Silvestri from South-Africa (Hym.: Aphelinidae)». *J. Entom. Soc. South Africa*, 42 (2), pp. 289-297. 1979.

ARGYRIOU, L. C. «The scales of olive trees occurring in Greece and their enthomophagous insects». *Annals. Inst. Phytopath. Benaki* n.s. 8, 2, pp. 66-73. 1967.

ARGYRIOU, L. C. «Data on the biological control of Citrus scales in Greece». *Benaki Phytopathological Institute, Kiphissia, Athens, Greece*, pp. 89-94. 1976.

ARGYRIOU, L. C., DEBACH, P. «The establishment of Metaphycus helvolus (Compere) (Hym. Enc.) on *Saissetia oleae* (Bern.) (Hom. Coccidae) in olive groves in Greece». *Entomophaga*, 13, 3, pp. 223-228. 1968.

ARGYRIOU, L. C.; KATSOYANNOS, P. «Establishment and dispersion of Metaphycus helvolus Compère in Kerkyra (Corfù) on *Saissetia oleae* (Olivier)». *Annls. Inst. Phytopath., Benaki*, n.s., 11, pp. 200-208. 1976.

ARGYRIOU, L. C.; KATSOYANNOS, P. «Coccinellid species found in the olive groves of Greece». *Ann. Inst. Phytop. Benaki*, pp. 331-334. 1977.

BAGNOLI, B.; RASPI, A.; LOI, G.; NOE BIOGLI, C.; COMUCCIA, A. «Prova di lotta contro *Saissetia oleae* (Oliv.) su olivo in Toscana». *Ann. Ist. Sperim. Zool. Agr.*, VII, pp. 111-120. 1980-1982.

BAGNOLI, B. «Entomophagous insects of *Saissetia oleae* (Oliv.) in olive groves in Tuscany. Entomophagous insects and biotechnologies against olive pests. Proceedings of the E.C. Experts Meeting «Entomophages and biological methods in integrated control in olive orchards». Chania, Greece, 11-12 March 1982. Published by the Commission of the European Communities, Luxemburgo, pp. 7-14. 1983.

BEN-DOV, Y. «Taxonomy of the nigra scale Parasaissetia nigra (Nietner) (Hom. Coccoidea: Coccidae), with observations on mass rearing and parasites of an Israeli strain». *Phytoparasitica*, 6 (3), pp. 115-127. 1978.

BERLESE, A.; BERLESE, A. M.; PAOLI, G.; DEL GUERCIO, G. «Ricerche biologiche su alcune cocciniglie dell'olivo». *Redia*, IV, Florencia, pp. 48-95. 1907.

BIBOLINI, C. «Contributo alla conoscenza delle cocciniglie dell'olivo. II. *Saissetia oleae* (Bern.) (Homoptera Cocc.)». *Frustula Entomologica*, Fano, pp. 1-9. 1958.

BODENHEIMER, F. S. «Citrus entomology in the Middle East with speciel references to Egypt, Iran, Irak, Palestine, Syria, Turkey». *Junk Ed. The Hague*, p. 633. 1951.

BRUNI, U.; CAIRA, E. «Prova di lotta contro i fitofagi dell'olivo nel Grossetano». Informatore Fitopatologico, 30 (3), pp. 13-17. 1980.

CARRERO, J. M. «Estado actual de la lucha biológica contra las cochinillas de los agrios en Valencia (España)». *Fruits*, 35 (10), pp. 625-631. 1980.

CARRERO, J. M. «Etat actuel de la lutte biologique contre les cochenilles des agrumes a Valence». *Bull. Oilb. Srop* IV (3), pp. 25-31. 1981.

CARRERO, J. M.; LIMON, F.; PANIS, A. «Note biologique sur quelques insectes entomophages vivant sur olivier et sur agrumes en Espagne». *Fruits* 32 (9), pp. 548-551. 1977.

CIAMPOLINI, M.; LUNGHINI, D. «Precisazioni sulla difesa dell'olivo dalla *Saissetia oleae*». *Inf. Agr.*, vol. 33 (24), pp. 26877-26883.

COMPÈRE, H. «Parasites of the black scale, *Saissetia oleae* in Africa». *Hilgardia* 13, pp. 387-425. 1940.

COMPÈRE, H.; ANNECKE, D. P. «Descriptions of parasitic Hymenoptera and comments (Hymenopt.: Aphelinidae, Encyrtidae, Eulophidae)». *J. ent. Soc. Afr.* 24 n. 1, pp. 17-71. 1961.

DAANE, K. M., CALTAGIRONE, L. E. «Biological control of black scale in olives». *California Agriculture*, enero-febrero, pp. 9-11. 1989.

DAANE, K. M.; BARZMAN, M. S.; KEMMETT, C. E.; CALTAGIRONE, L. E. «Parasitoides of black scale in California: Establishment of Prococcophagus probus Annecke & Minhardt and Coccophagus rusti Compere (Hymenoptera: Aphelinidae)». 1991.

DE LOTTO, G. «The autorship of the Mediterranean black scale (Homoptera, Coccidae)». *J. Ent. Ser. B*, 40, pp. 149-150. 1971.

DE LOTTO, G. «On the black scales of southern Europe (Homoptera, Coccoidea: Coccidae)». *J. Ent. Soc. sth. Afr.* 39, pp. 147-149. 1976.

DELRIO, G. «The entomophagous insects of *Saissetia oleae* (Oliv.) in Sardinia. Entomophagous insects and biotechnologies against pests. Proc. of the E.C.» Experts meeting «Entomophages and biological methods in integrated control in olive orchards», Chania, Greece, 11-12 marzo 1982. Commission of the European Communities, Luxemburgo, pp. 15-23. 1983.

EHLER, L. E. «Competition between two natural enemies of mediterranean black scale on olive». *Environ. Entomol.*, 7, pp. 521-523. 1978.

FIMIANI, P. «Estado actual de la lucha biológica y posibilidades de aplicación a los problemas del olivo. (Granada, España, 16/4/71)». *Ann. Fac. Sc. Agr. Univ. Napoli*, ser. IV, 5, pp. 145-160. 1971.

FIMIANI, P. «Ricerche mediterranee per la difesa fitosanitaria dell'olivo». *La Difesa delle piante*, 3 (3), pp. 219-223. 1980.

FORCINA, A.; PUCCI, C.; BAGNOLI, B. «Distribuzione degli adulti di *Saissetia oleae* (Oliv.) su olivo e metodi di campionamento per la stima della densità di popolazione». Riunione C.E.E. *Lutte biologique et integrée en Oléiculture*, Florencia, 11-13 oct. 1983.

FREBORN, S. B. «Citrus scale distribution in the Mediterranean basin». *J. econ. Ent.* 24 (5), pp. 1.025-1.031. 1931.

IANNOTTA, N.; GAROFALO, M. G.; RIZZUTI, B. «Prove di lotta estiva contro la *Saissetia oleae* Oliv. in un biotopo olivicolo calabrese». *Atti Giorn. Fitop.* Siusi (Bz), pp. 325-330. 1980.

IPERTI, G. «Predators of Homoptera pests in olive tree. Entomophagous insects and biotechnologies against olive pests. Proc. of the E.C.» Experts meeting «Entomophages and biological methods in integrated control in olive orchards», Chania, Greece, 11-12 marzo 1982. *Commission of the European Communities*, Luxemburgo, pp. 29-55. 1983.

KATSOYANNOS, P. «The introduction of an exotic Coccinellid predator *Rhyzobius forestieri* (Muls.) (Coleoptera, Coccinellidae) into Greece as a control agent for the black scale, *Saissetia oleae* (Oliv.) (Homoptera, Coccidae) on olive trees». C.E.C. EUR 8647 EN-FR, *Proceedings of the E.C. Experts Meeting*, Chania, Greece, 11-12 marzo 1982, pp. 67-73. 1983.

KATSOYANNOS, P. «The establishment of Rhyzobius forestieri Mulsant (Col. Coccinellidae) in Greece and its efficiency as a control agent against *Saissetia oleae* Olivier (Hom. Coccidae)». *Entomophaga*, 29 (4), pp. 387-397. 1984.

KATSOYANNOS, P. «The control of *Saissetia oleae* (Oliv.) (Homoptera, Coccoidea) by coccinelid predators in an integrated pest management programme for olive groves in Greece». *Integrated Pest Control in Olive Groves*. Proc. CEC/FAO/IOBC International Joint Meeting, Pisa, 3-6 abril 1984, Balkema, Rotterdam, pp. 175-182. 1985.

KENNETT, C. E. «Occurrence of Metaphycus bartletti Annecke and Mynhardt, a South African parasite of black scale, *Saissetia oleae* (Olivier) in central and northern California (Hymenoptera, Encirtidae; Homoptera: Coccidae)». *Pan-pacific Entomol*, 56 (2), pp. 107-110. 1980.

LACCONE, G.; MONACO, R. «Prove di lotta contro *Saissetia oleae* su olivo in Puglia». *Atti Giorn. Fitop.* vol. I, pp. 593-600. 1978.

LIOTTA, G. «Problemi entomologici dell'olivo». *Inf. Fitop.* 31 (1-2), pp. 11-17. 1981.

LOUKIA, C. ARGYRIOU. «The soft scale of olive trees in Greece. Integrated Pest Control in Olive Groves». Proc. CEC/FAO/IOBC

International Joint Meeting, Pisa, 3-6 abril 1984, Balkema, Rotterdam, pp. 139-146. 1985.

LONGOS, S. «Distribution and density of scale-insects (Homoptera, Coccoidea) on olive trees in Eastern Sicily. Integrated Pest Control in Olive Groves». Proc. CEC/FAO/IOBC International Joint Meeting, Pisa, 3-6 abril 1984, Balkema, Rotterdam, pp. 160-168. 1985.

MARTELLI, G. «VII. Osservazioni fatte sulle Cocciniglie dell'olivo e loro parassiti in Puglia e Calabria». *Boll. Lab. Zool. Gen. Agr.*, Portici, 2, pp. 217-295. 1908.

MAZZONE, P. «Recenti distribuzioni di Cryptolaemus montrouzieri (Muls.) in Campania». *Bollettino del Laboratorio di Entomologia Agraria* «Filippo Silvestri» di Portici, XXXIV, pp. 223-227. 1977.

MAZZONE, P.; VIGGIANI, G. «Stato attuale dei parassitoidi di *Saissetia oleae* (Oliv.) in Italia, con notizie biologiche preliminari sui Prococcophagus varius e P. saissetiae Ann. e Myn. (Aphelinidae) di recente introduzione». *Atti XIII Congr. Naz. It. Ent.*, Sestrière, Torino, pp. 191-196. 1983.

MELIA, A.; BLASCO, J. «Cochenilles nuisibles aux citrus de la région de Castellon et leur parasites». Bull. OILB-SROP IV (2), pp. 5-11. 1981.

MINEO, G. «Prime osservazioni sulla dinamica di popolazione della *Saissetia oleae* (Oliv.) in Sicilia». *Boll. Ist. Ent. Agr. Oss. Fitopat.* Palermo, 10, pp. 69-80. 1977.

MINEO G.; SINACORI, A. «Sulla dinamica di popolazione e sui parassiti di *Saissetia oleae* (Oliv.) in Sicilia (2° anno)». *Boll. Ist. Ent. Agr.* Palermo, 10, pp. 177-184. 1978.

MONACO, R. «Nota su Metaphycus lounsburyi (How.) (Hym. Encyrtidae) parassita di *Saissetia oleae* (Oliv.)». *Entomologica*, Bari, XII, pp. 143-151. 1976.

MORENO, R.; GARIJO, C. «Dinámica de poblaciones de *Saissetia oleae* (Oliv.) (Hom. Coccidae) sobre cítricos. Comparación de diversos métodos para estimar la densidad de adultos a nivel de árbol». *Bol. Serv. Def. Plagas e Insp. Fitopat.* 6 (1), pp. 75-94. 1980.

MORILLO, C. «El desarrollo de *Saissetia oleae* (Oliv.) en condiciones controladas (Hom. Coccidae)». *Graellsia*, 29, pp. 201-210. 1973.

MORILLO, C. «Regulación de la poblaciones de *Saissetia oleae* (Olivier, 1791). Factores de mortalidad (Hom. Coccidae)». Graellsia 30, pp. 221-231. 1974.

NUCIFORA, A.; CALABRETTA NUCIFORA, C. «Prove di lotta invernale contro *Saissetia oleae* (Bern.) su clementine». *Atti XI Congr. Naz. It.* Entomol., pp. 411-416. 1978.

NUZZACI, G. «Osservazioni condotte in Puglia sulla *Saissetia oleae* Bern. (Homoptera-Coccidae) e i suoi simbionti». *Entomologica* 5, pp. 127-138. 1969.

ORPHANIDIS, P. S.; KALMOUKOS, P. E. «Observations sur la mortalitè de *Saissetia oleae* Bern. sous l'action de facteurs non-parasitaires (Comparaison avec l'action correspondante de quelques facteurs biotiques)». *Annls. Inst. Phytopath.* Benaki, n. ser. 9, pp. 183-200. 1970.

PANIS, A. «Contribución al conocimiento de la biología de la cochinilla negra de los agrios (*Saissetia oleae* Oliv.)». *Boll. serv. Plagas* 3, (1-2), pp. 199-205. 1977.

PANIS, A. «Lecaninos (Homoptera, Coccoidea, Coccidae) dentro del plan de lucha integrada en la citricultura mediterránea». *Boll. Serv. Plagas* 3 (1-2), pp. 112-119. 1977.

PANIS, A.; PIERART, M. «Cocciniglia nera e fumaggine nel quadro della lotta integrata contro i nemici dell'olivo in Francia». *Inf. Fitop.*, 27 (4), pp. 25-27. 1977.

PANIS, A.; MARRO, J. P. «Variation du comportement chez Metaphycus lounsburyi (Hym.: Encyrtidae)». *Entomophaga*, 23 (1), pp. 9-18. 1978.

PANIS, A.; MARRO, J. P. «Present status and outlooks of olive scale insect control (Homoptera, Coccoidea). Integrated Pest Control in Olive Groves». Proc. CEC/FAO/IOBC International Joint Meeting, Pisa, 3-6 abril 1984, Balkema, Rotterdam, pp. 139-146. 1985.

PAOLI, G. «Contributo alla conoscenza delle Cocciniglie della Sardegna». *Redia*, XI, pp. 239-268. 1916.

PAPARATTI, B. «*Saissetia oleae*» en: *Traité d'Entomologie oleicole*. Ed. Conseil Oléicole International. 1984.

PARASKAKIS, M.; NEUENSWANDER, P.; MICHELAKIS, S. «*Saissetia oleae* (Oliv.) (Hom.: Coccidae) and its parasites on olive trees in Crete, Greece». *Z. Ang. Entomol.* 90 (5), pp. 450-464. 1980.

PELEG, B. A.; GOTHILF, S. «Effect of insect growth regulators diflubenzuron and methoprene on scale insects». *J. Econ. Ent.*, 74 (1), pp. 124-126. 1981.

PUCCI, C.; SALMISTRARO, D.; FORCINA, A.; MONTANARI, G. «Incidenza dei fattori abiotici sulla mortalità della *Saissetia oleae* (Oliv.)» *Redia* LXV, pp. 335-366. 1982.

QUAGLIA, F.; RASPI, A. «Note eco-etologiche sulla *Philippia oleae* (O.G. Costa) (Rhynchota Coccoidea), Lecaniide infeudato sull'olivo in Toscana». *Frustula Entomologica*, n.s. II (XV), pp. 197-229. 1979.

QUAGLIA, F.; RASPI, A.; LOI, G.; BAGNOLI, B. «Il ciclo biologico della *Saissetia oleae* (Oliv.) nella Toscana litoranea». *Agr. Toscana suppl.* 12, dic. 79. 1979.

RASPI, A. «Nota preliminare sugli entomofagi di *Saissetia oleae* (Oliv.) e di Lichtensia viburni Sign. presenti negli oliveti della Toscana litoranea e della Liguria occidentale». *Frustula Entomologica*, n.s. XI (XXIV), pp. 116-125. 1988.

REED, D. K.; HART, W. G.; INGLES, S. J. «Laboratory rearing of brown soft scale and its hymenopterous parasite». *Ann. Ent. Soc. America* 61, pp. 1.443-1.446. 1968.

ROBERTI, D. «Osservazioni sulla dinamica di popolazione e sulla parassitizzazione della *Saissetia oleae* (Oliv.) su olivo in Puglia». *Entomologica*, Bari, XVI, pp. 113-120. 1981.

ROSELLI, G. «Suscettibilità di alcune cultivar alla cocciniglia *Saissetia oleae* (Oliv.)». *Agr. Toscana, suppl.* 2. 1979.

ROSEN, D. «An annotated list of Hymenopterous parasites of citrus soft scales (*Ceroplastes floridensis* Comst., *C. rusci* (L.), *Coccus hesperidum* L. and *Saissetia oleae* (Bern.) in Israel». *Entomophaga* 7 (4), pp. 349-357. 1962.

ROSEN, D. «Biological and integrated control of Citrus pest in Israel». *J. Econ. Ent.* 60 (5), pp. 1.422-1.427. 1967.

SILVESTRI, F. «Contributo alla conoscenza degli insetti dell'olivo dell'Eritrea e dell'Africa Meridionale». *Boll. Lab. Zool. Gen. Agr. R. Scuola Agr.*, IX, Portici, pp. 240-334. 1914.

SILVESTRI, F. «Rassegna degli insetti dell'olivo del bacino del Mediterraneo». XI Internaz. Congr. di Olivicoltura (Lisbona, 1934), Atti 1934, pp. 3-42. 1934.

SILVESTRI, F. «Compendio di Entomologia applicata». I. Portici, pp. 725-728. 1939.

SMITH, H. S. «Winter mortality of Black Scale (*Saissetia oleae* Bern.) on Oranges in California». *J. Econ. Ent.* 33 (3), pp. 534-535. 1940.

STRATOPOULOY, E. T.; KAPATOS, E. T.; VIGGIANI, G. «Preliminary observations of the distribution and the action of *Moranila californica* (How.) (Hymenoptera: Pteromalidae) in Corfu. A possible case of competitive displacement». *Boll. Lab. Ent. Agr. di Portici*, 38, pp. 139-142. 1981.

TARGIONI, T. A. «Studi sulle cocciniglie». *Mem. Soc. It. Sc. Nat.*, III, n. 3, Milano: p. 87. 1867.

TARGIONI, T. A. «Sopra alcune specie di Cocciniglie sulla loro vita e sui loro momenti e gli espedienti per combatterle». *Boll. R. Soc. Tosc. Ortic.* XIII. 1868.

TIMBERLAKE, P. H. «Preliminary Report on the parasites of Coccus hesperidum in California». *J. Econ. Ent.* 6 (3), pp. 293-303. 1913.

VACANTE, V. «Indagini preliminari sugli entomofagi di *Saissetia oleae* (Oliv.) in Sicilia orientale». *Atti XII Congr. Naz. Ital. Entomol.*, Roma, II, pp. 307-311. 1980.

VAN DEN BOSCH, R.; BARTLETT, B. R.; FLANDERS, S. E. «A search for natural enemies of Lecanine Scale insects in northen Africa for introduction into California». *J. Econ. Ent.* 48 (1), pp. 53-55. 1955.

VENTURI, F. «La *Saissetia oleae* Bern. (Cocciniglia gobba dell'olivo)». *Oss. Mal: Piante Circ.* n.1, Fano. 1958.

VIGGIANI, G.; FIMIANI, BIANCO «Ricerca di un metodo di lotta integrata per il controllo della *Saissetia oleae* (Oliv.)». *Atti Giorn. Fitop.*, Bologna, pp. 251-259. 1973.

VIGGIANI, G.; PAPPAS, S.; TZORAS, A. «Osservazioni su *Saissetia oleae* (Oliv.) e i suoi entomofagi nell'isola di Corfù». *Boll. Lab. Entomol. Agr.*, Portici, 32, pp. 156-167. 1975.

VIGGIANI, G. «Lotta biologica ed integrata». *Liguori Editori*, Nápoles. 1977.

VIGGIANI, G.; MAZZONE, P. «Notizie preliminari sull'introduzione in Italia di Metaphycus aff. stanleyi Comp. e Diversinervus elegans Silv. (Hym. Encirtidae), parassiti di *Saissetia oleae* (Oliv.)». *Boll. Lab. Entomol. Agr. di Portici*, 34, pp. 217-222. 1977.

VIGGIANI, G. «Recent advances in the biological *Saissetia oleae* (Oliv.)». FAO Report of the first session of the olive protection subnetwork, Chania, Crete, Greece, pp. 61-64. 1978.

VIGGIANI, G. «Il vecchio e il nuovo sulla *Saissetia oleae*». *Inf. Agr.* 34 (25), pp. 2.137-2.142. 1978.

VIGGIANI, G. «Current State of Biological Control of Olive Scales». *Boll. Lab. Ent. Agr.* Portici, 35, pp. 30-38. 1978.

VIGGIANI, G.; MAZZONE, P. «Metaphycus bartletti Annecke et Mynhardt (1972), (Hym. Encirtidae), nuovo parassita introdotto in Italia per la lotta biologica alla *Saissetia oleae* (Oliv.)». *Boll. Lab. Entom. Agr. di Portici*, 37, pp. 171-176. 1980.

VIGGIANI, G. «Recenti acquisizioni sulla lotta integrata dell'olivo». *Boll. Lab. Ent. Agr.* «F. Silvestri», Portici 31, pp. 99-104. 1981.

VIGGIANI, G. «La difesa integrata dell'olivo: attualità e prospettive». Informatore Fitopatologico, 2, pp. 23-32. 1989.

WYSOKI, M. «Introduction of beneficial insects into Israel by the Institute of Plant Protection Quarantine Laboratory, ARO, during 1971-1978». *Phytoparasitica* 7, pp. 101-106. 1979.

Prays oleae

ARAMBOURG, Y. «La Teigne de l'Olivier. In Balachowsky: Traité d'entomologie appliquée à l'agriculture». *Masson et Cie.* ed. París, 2, 1, pp. 181-192. 1966.

ARAMBOURG, Y. «Inventaire de la biocoenose parasitaire de *Prays oleae* dans le Bassin méditarranéen». *Entomophaga*, 14, 2, pp. 185-194. 1969.

ARAMBOURG, Y.; PRALAVORIO, R. «Note sur certaines caractéristiques morphologiques de *Prays oleae* Bern. et de *Prays citri* Mill. (Lep. Hyponomeutidae)». *Rev. Zool. Agric. Path. Veg.*, 77, pp. 143-146. 1979.

ARAMBOURG, Y. «Control of *Prays oleae* (Bern.). Integrated Pest Control in Olive Groves». Proc. CEC/FAO/IOBC International Joint Meeting, Pisa, 3-6 abril 1984, Balkema, Rotterdam, pp. 195-198. 1985.

BALACHOWSKY, A. *Traité d'Entomologie appliquée à l'agriculture.* Masson et Cie., ed. París, 2, 1, pp. 334-335. 1966.

BROUMAS, T. H.; YAMVRIAS, C.; ANAGNOU, M. «Olive moth control by non-toxic means. Integrated Pest Control in Olive Groves». Proc. CEC/FAO/IOBC International Joint Meeting, Pisa, 3-6 abril 1984, Balkema, Rotterdam, pp. 259-264. 1985.

CAMPOS, M.; RAMOS, P. «Some relationships between the number of *Prays oleae* eggs laid on olive fruits and their predation by Crysoperla carnea. Integrated Pest Control in Olive Groves». Proc. CEC/FAO/IOBC International Joint Meeting, Pisa, 3-6 abril, Balkema, Rotterdam, pp. 237-241. 1985.

CARMONA, M. M.; SOUSA ALVIM, H. «Nota sobre os parasitas do *Prays oleaellus* (F) en Portugal». Graellsia, 22, pp. 191-196. 1966.

FIAMIANI, P. «Un nuovo ospite di *Chelonus eleaphilus* Silv. (Hym. Braconidae)». *Atti XI Congr. Naz. Ital. Ent.*, pp. 297-302. 1976.

ISOLDI, L; VIGGIANI, G. «Observations on male adult flights and damage of the olive moth (*Prays oleae*) in Campania (Lower Cilento). Integrated Pest Control in Olive Groves». Proc. CEC/FAO/IOBC International Joint Meeting, Pisa, 3-6 abril 1984, Balkema, Rotterdam, pp. 199-203. 1985.

LACCONE, G. «Possibilità di determinazione della «soglia economica» nella lotta contro la Tignola dell'olivo (*Prays oleae* B.)». *Atti Giornate Fitopatologiche*, pp. 505-513. 1973.

LACCONE, G.; TRIGGIANI, O. «Applicazione della soglia economica nella lotta contro la tignola dell'olivo (*Prays oleae* B.)». *Atti Giornate Fitopatologiche I*, pp. 395-400. 1980.

MECHELANY, E. «Etude bioécologique de la Teigne de l'Olivier au Liban». *Magon. Inst. Rech. Agr. Liban*, 27, pp. 32. 1969.

MELIS, A. «Nuovo contributo alla conoscenza della biologia della Tignola dell'olivo (*Prays oleaellus* F.) ed al modo di combatterla». *Bol. Ist. Ent.* Bologna, 15, pp. 1-36. 1946.

MONTIEL BUENO, A. «Factores de regulación de las poblaciones de *Prays oleae* Bern». *Bol. Serv. Def. Plagas*, 7, pp. 133-140. 1981.

NICCOLI, A.; TIBERI, R. «Indagine sull'andamento dell'infestazione di *Prays oleae* in relazione alla cattura di adulti con trappola a feromoni in ambienti olivicoli della Toscana». *C.E.E. Reunion Experts Antibes* 4-6 nov. 1981, Roneo, pp. 215-223. 1981.

NICCOLI, A.; TIBERI, R. «Relazione fra catture di adulti di *Prays oleae* Bern. in trappole sessuali e infestazione». *Redia*, LXIV, pp. 337-348. 1981.

NICCOLI, A.; TIBERI, R. «Crop loss assessment due to *Prays oleae* (Bern.) in an olive orchard in Tuscany. Integrated Pest Control in Olive Groves». Proc. CEC/FAO/IOBC *International Joint Meeting*, Pisa, 3-6 abril 1984, Balkema, Rotterdam, pp. 230-236. 1985.

RAMOS, P.; PANIS, A. «Les Chalcidiens parasites de *Prays oleae* (Lep. Plutellidae) en Andalousie». *Entomophaga*, 20 (3), pp. 225-227. 1975.

RAMOS, P.; CAMPOS, M.; RAMOS, J. M. «Bioécologie des stades de développement de *Prays oleae* Bern. à Grenade (Espagne) (Lepidoptera Plutellidae)». *Ann. Zool. Ecol. Anim.*, 9 (1), pp. 155-168. 1977.

RAMOS, P.; CAMPOS, M.; RAMOS, J. M. «Osservazioni biologiche sui trattamenti contro la tignola dell'olivo». *Bol. Lab. Ent. Agr. Portici*, 35, pp. 16-24. 1978.

RAMOS, P.; CAMPOS, M.; RAMOS, J. M. «Bioécologie de *Prays oleae* (Lep.: Hyponomeutidae) dans la province de Grenade». *Ann. Zool. Ecol.*, 10 (4), pp. 589-601. 1978.

RAMOS, P.; CAMPOS, M.; RAMOS, J. M. «Sex related emergence of the olive moth (*Prays oleae* Bern.)». *Redia*, LXIV, pp. 73-83. 1981.

RAMOS, P.; CAMPOS, M.; RAMOS, J. M.; JONES, O. T. «Field experiments with *Prays oleae* sex pheromone traps. Integrated Pest Control in Olive Groves». Proc. CEC/FAO/IOBC International Joint Meeting, Pisa 3-6 abril 1984, Balkema, Rotterdam, pp. 247-256. 1985.

RAMOS, P.; PANIS, A. «Les chalcidiens parasites de *Prays oleae* (lep.: Plutellidae) en Andalousie». *Entomophaga* 20 (3), pp. 225-227. 1975.

SACCHETTI, P. «Osservazioni sull'attività e sulla bio-etologia degli entomofagi di *Prays oleae* (Bern.) in Toscana. I. I predatori». *Redia*, LXXIII, pp. 243-259. 1990.

SACCHETTI, P. «Osservazioni sull'attività e sulla bio-etologia degli entomofagi di *Prays oleae* (Bern.) in Toscana. II. Incidenza dei parassitoidi». *Redia*, LXXIII, pp. 405-421. 1990.

SILVESTRI, F. «La Tignola dell'olivo». *Boll. Lab. Zool. Gen. Agr. Portici*, 2, pp. 83-114. 1907.

SILVESTRI, F. «Contributo alla conoscenza degli insetti dannosi all'olivo; la Tignola dell'olivo». *Boll. Lab. Zool. Gen. Agr. Portici*, 2, pp. 83-184. 1907.

SILVESTRI, F. «A proposito di certe osservazioni sulla Tignola dell'olivo». *Boll. Lab. Zool. Gen. Agr. Portici*, 3, pp. 340-342. 1908.

YAMVRIAS, C. «Essais préliminaires sur l'utilisation d'une préparation à Bacillus thuringiensis Berliner contre la Teigne de l'olivier *Prays oleae* Bern». *Ann. Inst. Phyto. Benaki* n.s., 6, pp. 37-44. 1964.

YAMVRIAS, C.; YOUNG, E. «Trials using Bacillus thuringiensis to control the olive moth *Prays oleae* in Greece in 1976». *Zeit. Ang. Ent.*, 84, 4, pp. 436-440. 1977.

Capítulo 7

TECNOLOGÍA DE PRODUCCIÓN Y DE CONSERVACIÓN DEL ACEITE

Coordinación:
Prof. Dr. Enzo Fedeli
Istituto Agrario
San Michele all'Adige
San Michele all'Adige (Trento) (Italia)

Colaboradores:
Dr. José Alba
Dr. M. C. Dobarganes
Dr. F. Gutiérrez Rosales
Dr. Arturo Cert Ventulá
Consejo Superior de Investigaciones Cientfficas
Instituto de la Grasa y sus Derivados
Dpto. de Caracterización y Calidad de los Alimentos
Sevilla (España)

Prof. Paolo Amirante
Direttore dell'Istituto de Meccanica Agraria
Università degli Studi di Bari
Bari (Italia)

Dr. David Berner
Technical Director
American Oil Chemists' Society (AOCS)
Champaign Illinois (Estados Unidos)

Prof. Giorgio Bianchi
Direttore della Stazione Sperimentale per l'Elaiotecnica
Pescara (Italia)

Dr. Luciano Di Giovacchino
Istituto Sperimentale per la Elaiotecnica
Pescara (Italia)

Sr. D. José María Espuny Moyano
Presidente
Federación de Industrias Olefcolas de España
Madrid (España)

Dr. Ph. D. Firestone
Dept. of Health and Human Services
Food and Drug Administration
Health Service
Washington, DC (Estados Unidos)

Dr. Domenico Grieco
Direttore Laboratorio di Chimica e Microscopia
Associazione Granaria di Milano
Rozzano (Milano) (Italia)

Prof. Apostolos Kiritsakis
Professor in Fat and Oils
Department of Food Technology
Technological Education Institute (TEI)
Sindos Thessaloniki (Grecia)

Dr. Brahmi Marzouk
Secretariat d'Etat à la Recherche Scientifique et à la Technologie
Institut National de Recherche Scientifique et Technique
Hamman Lif (Túnez)

Sr. W. Dennis Pocklington
Laboratory of the Government Chemist
Middlesex TW11 Oly (Reino Unido)

Sr. John Pearse
Laboratory of the Government Chemist
Middlesex TW11 Oly (Reino Unido)

Dr. Mohamed Rahmani
Professeur
Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II
Rabat (Marruecos)

Sr. Marino Uceda Ojeda
Junta de Andalucía
Consejería de Agricultura y Pesca
Dirección General de Investigación y Extensión Agrarias
Mengíbar (Jaén) (España)

Dr. Herbert Wessels
Bundesantstalt für Getreide-, Kartoffel- und Fettforschung
Münster (Alemania)

TECNOLOGÍA DE PRODUCCIÓN Y DE CONSERVACIÓN DEL ACEITE

ENZO FEDELI

El aceite de oliva es el más antiguo lípido alimentario y ha sido siempre uno de los componentes más importantes de la dieta mediterránea; actualmente se produce y se consume también en muchas regiones no mediterráneas. En lo que respecta a la producción, Europa ocupa el primer puesto, con el 79,6 %, seguida por África (11 %), Asia (8,6 %) y América del Sur (0,8 %). La distribución del consumo aparece en el cuadro 1.

CUADRO 1
DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DE LOS CONSUMOS (1.000 tn)

	85/86	86/87	87/88	88/89	89/90	90/91	91/92
Cuenca mediterránea*	311,0	317,0	263,0	273,0	236,0	258,0	281,0
CE	1.289,0	1.324,0	1.374,0	1.299,5	1.299,5	1.210,5	1.268,0
América del Norte	46,0	56,5	70,0	71,6	80,0	94,5	101,5
América del Sur	20,5	15,5	17,0	21,0	20,8	19,0	19,0
Oceanía	6,6	7,0	7,0	9,0	11,5	13,5	12,5
Ex URSS	21,8	24,0	23,0	19,0	9,5	5,0	9,0
Otros	32,1	40,5	29,0	45,0	62,0	81,5	78,0

*Países no pertenecientes a la CE.

Fuente: Elaboración SSOC.

CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DEL ACEITE Y DE SUS COMPONENTES

Los ácidos grasos principales que forman los triglicéridos del aceite son el oleico, el palmítico, el linoleico, el esteárico y el palmitoleico; mientras que los menores son el linolénico, el aráquico, el behénico, el lignocérico y el eicosenoico. También están presentes pequeñas cantidades de heptadecanoico y heptadecenoico (C.17:0; C.17:1). Las características de los principales ácidos grasos del aceite de oliva se dan en el cuadro 2.

El calor de combustión es de 9.600 cal/g para el ácido esteárico y de 9.800 para el ácido behénico; en los ácidos insaturados es ligeramente menor que en los ácidos saturados correspondientes; por ejemplo, 9.450 para el ácido oleico y 9.350 para el linoleico (Mattil y col., 1964).

Es conocido el calor latente de cristalización de algunos ácidos grasos que componen el aceite de oliva, que varía entre 50,6 cal/g para el C16:0 y 57,3 para el C24:0; los demás valores están comprendidos entre estos dos límites (Mattil y col., 1964).

Se dan asimismo, con carácter indicativo, los calores específicos de algunos ácidos grasos, a 150 °C, 0,585 para el C18:0 y 0,638 para el C18:1, y los calo-

res de vaporización del C16:0 (59), C18:0 (56) y C18:1 (57) a la presión atmosférica.

El índice de refracción aumenta con el número de átomos de carbono de la cadena y la diferencia entre componentes de la serie homóloga disminuye al crecer dicho número de átomos (Mattil y col., 1964). Este hecho tiene relación también con el número de dobles enlaces existentes.

El índice de refracción a 25 °C (ND) varía de 1,4665 a 1,4688, según la calidad, sin grandes diferenciaciones.

La propiedad espectral de los ácidos grasos en la región ultravioleta está ligada a la presencia de insaturaciones (200-400 nm), pero es de baja intensidad si no existen dobles enlaces conjugados, como en el caso del aceite de oliva. La intensidad puede aumentar por efecto de fenómenos oxidativos (Mattil y col., 1964).

Se han estudiado asimismo las características espectrofotométricas de algunos de los ácidos grasos que componen el aceite de oliva.

La extinción específica en el ultravioleta es también variable, aunque propia de cada tipo de aceite. Esto se examinará en la sección analítica.

Al considerar las propiedades físicas se pueden dar algunas indicaciones para el aceite de oliva, aunque hay que advertir que, en general, se refieren a aceites no definidos en cuanto a su origen, composición acídica y estado de refinación.

Así, por ejemplo, la densidad del aceite de oliva oscila en torno a 0,9158 (20 °C/4 °C), y la viscosidad cinemática en centistokes a 46,68 (38 °C) y 9,1 (100 °C).

El poder calorífico en cal/g es de 9.456.

El punto de humo es también una medida relativa del contenido de ácidos libres y de sustancias volátiles de un aceite, sobre todo en el caso del aceite de oliva, que puede presentarse en forma de aceite virgen o de aceite refinado con adición de aceite virgen, en cantidad variable (Mattil y col., 1962).

Para un aceite rectificado, sin adición de aceite virgen, el punto de humo es de 235 °C.

Las características químicas específicas de cada tipo de aceite se describen también en la sección analítica.

El cuadro 2 da algunas indicaciones sobre el índice de acidez (NA), el índice de saponificación (NS) y el índice de yodo (NI) de los ácidos grasos que componen el aceite de oliva.

CUADRO 2
ÁCIDOS GRASOS DEL ACEITE DE OLIVA Y SUS CARACTERÍSTICAS

Nombre	NAC	Isomería	P. Mol.	N.A.	N.S.	N.I.
Palmítico	16:0		256,4	218,8	208,5	0,00
Palmitoleico	16:1	cis	254,4	220,5	210,1	99,78
Esteárico	18:0		284,5	197,2	188,8	0,00
Oleico	18:1	cis	282,4	198,6	190,1	89,87
Linoleico	18:2	cis-cis	280,4	200,0	191,4	181,04
Linolénico	18:3	cis-cis-cis	278,4	201,5	192,7	273,52
Aráquico	20:0		312,5	179,5	172,5	0,00
Eicosenoico	20:1	cis	310,4	180,7	173,6	81,75
Behénico	22:0		340,6	164,7	158,8	0,00
Lignocérico	24:0		368,6	152,2	147,1	0,00

NAC = Número de átomos de carbono y de dobles enlaces; Isomería = Configuración del doble enlace;
PM = Peso molecular; NA = Índice de acidez; NS = Índice de saponificación; NI = Índice de yodo.

En el aceite de oliva, el índice de yodo varía con la composición acídica, hasta un máximo de 88, mientras que el índice de saponificación está comprendido entre 185 y 200. El contenido de insaponificable máximo es de 1,5 para los aceites obtenidos por métodos físicos y de 3 como máximo para los obtenidos por extracción con disolventes.

REACCIONES QUÍMICAS DEL ACEITE, DE LOS ÁCIDOS Y DE LOS DEMÁS COMPONENTES

El aceite de oliva es un conjunto peculiar de muchos componentes, definidos en su mayor parte por sus identidades químicas.

Su concentración varía en función de la procedencia y de los métodos de obtención, y es resultado asimismo del eventual refinado que, a su vez, puede influir sobre la concentración de los componentes menores.

Naturalmente, las reacciones más importantes son las que afectan al componente glicerídico, que predomina mucho en el aceite y, por tanto, en los ácidos grasos que lo componen. Es posible identificar algunos grupos de reacciones referidas: a) al aceite como tal, considerado como mezcla de triglicéridos; b) a los ácidos grasos, haciendo referencia sobre todo a la cadena alquídica, y c) a los componentes menores.

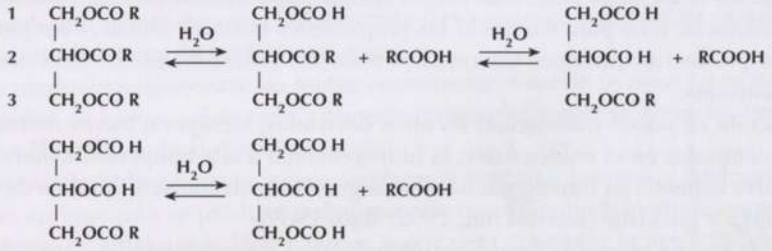
Obviamente, las reacciones no son específicas del aceite de oliva, sino aplicables y aplicadas a cualquier aceite vegetal y a sus subproductos, tanto a efectos de la refinación como para la producción de derivados industriales.

El costo del aceite de oliva hace que, en general, sea antieconómica la producción de derivados del propio aceite, pero sus subproductos son una fuente adecuada y específica de algunos de ellos.

Hidrólisis y esterificación

Hidrólisis y esterificación son expresiones de una misma reacción reversible, que puede llevar de los glicéridos a los ácidos grasos componentes, aparte de la glicerina, o de éstos a aquéllos.

La reacción se puede dividir en tres fases:



Su sentido puede ir de derecha a izquierda o al contrario, según las condiciones de trabajo que modifiquen las situaciones de equilibrio (Karleskind, 1992). La reacción puede presentar especificidades distintas, si, por ejemplo, se produce en presencia de enzimas capaces de activar los distintos centros activos.

En presencia de lipasas pancreáticas, la hidrólisis mantiene intactas las condiciones relativas al carbono 2, mientras que elimina los dos ácidos grasos de las posiciones 1 y 3.

Otras lipasas, como las del veneno de cobra, actúan en sentido contrario; aún hay otras que distinguen entre las posiciones 1 o 3 de forma que se puedan realizar hidrólisis dirigidas o, por el contrario, esterificaciones específicas (Linfield, 1984; Nielsen, 1985; Buhler, 1987).

Cuando la reacción de saponificación no es completa, se obtiene una mezcla de tri, di, monoglicéridos y glicerina.

La esterificación a partir de ácidos grasos y glicerina nunca es completa y hay cantidades sustanciales de mono y diglicéridos que coexisten con los triglicéridos al final de la reacción.
Diversos catalizadores están en condiciones de aumentar la velocidad de la reacción en los dos sentidos; se trata en general de ácidos de Lewis.
La separación de uno de los componentes del equilibrio puede determinar el sentido de la reacción; por ejemplo, la separación del agua determina la formación de los glicéridos (parcial o totalmente), mientras que su presencia desplaza el equilibrio hacia la formación de ácidos grasos y glicerina.
Ambos aspectos se utilizan en la práctica industrial para obtener, respectivamente, glicéridos de la esterificación o ácidos grasos de la hidrólisis.
La reacción admite variantes; por ejemplo, en lugar de agua puede utilizarse un álcali fuerte, que determina la formación del jabón correspondiente (junto con glicerina); este aspecto también es importante desde el punto de vista industrial.

Otras reacciones del grupo carboxílico

Los triglicéridos, en presencia de catalizadores adecuados, pueden reaccionar consigo mismos, con otros aceites o con otros alcoholes, cambiando de posición las funciones carboxílicas (Karleskind, 1992).
Por ejemplo, poniendo en contacto el aceite de oliva, incluso a temperatura ambiente, con metilato sódico, aquél «cambia aleatoriamente» la posición de los ácidos grasos con respecto a las posiciones 1, 2, 3. De esta forma, en un análisis específico se apreciarán ácidos saturados en posición 2 en cantidades más elevadas de lo que permite la ley de distribución natural; llevado al límite, la disposición de los ácidos grasos será la misma que resultaría de la esterificación.
Si se mezcla el aceite de oliva con otro aceite y se somete al tratamiento antes indicado, los ácidos grasos de uno se colocarán en las posiciones del otro; al terminar la reacción resulta una mezcla de triglicéridos con una disposición de los ácidos grasos totalmente aleatoria.
Por último, la misma modalidad de reacción, aplicada a una mezcla de aceite y un alcohol (etílico, metílico, etc.) dará una mezcla de ésteres (etílicos, metílicos, etc.) con liberación de la glicerina.
Todas las reacciones indicadas tienen aplicaciones industriales de considerable importancia, bien para modificar las propiedades químico-físicas, bien para obtener productos químicos intermedios (ésteres) utilizados en diversos sectores industriales.
El aceite se puede transformar en otros derivados, siempre a través de reacciones centradas en el enlace éster; la hidrogenación a alta temperatura con catalizadores específicos transforma los ácidos grasos en alcoholes primarios de cadena larga y glicerina (Karleskind, 1992; Rao, 1989).
Para la misma reacción, de aplicación industrial, se pueden utilizar métodos exclusivamente químicos (reducción con sodio y alcohol) o, como variante de la anterior, catalizadores que no ataquen los dobles enlaces, para obtener alcohol oleílico, muy apreciado en cosmética.
El grupo carboxílico puede ser salificado con amoníaco o con aminas, y seguidamente deshidratado, obteniéndose primero amidas y después nitrilos:

$$RCOOH + NH_3 \longrightarrow RCOONH_4 \longrightarrow RCOONH_2 + H_2O \longrightarrow RCN + H_2O$$

$$RCN + H_2 \longrightarrow RCH_2NH_2$$

El nitrilo es el punto de partida para la obtención de diversos productos de carácter tensioactivo. Con aminoalcoholes se obtiene también una serie de amidas/ésteres que se aplican en la fabricación de detergentes y en cosmética.

Reacciones de la cadena alquílica

La cadena alquílica de los ácidos grasos presentes en el aceite de oliva se puede clasificar en función del número de átomos de carbono y de los dobles enlaces (siempre de configuración cis) existentes (cuadro 2).

Desde el primer punto de vista, el número de átomos de carbono oscila entre 15 y 23 (se excluye del cálculo el carbono del carboxilo). Los dobles enlaces simples están presentes en las cadenas de 15 a 19 miembros, y los dobles con puente metilénico interrumpido sólo en las cadenas de 17 átomos de carbono.

Los puntos reactivos están situados en el grupo metilénico adyacente al carboxilo, y más concretamente en los grupos adyacentes a los dobles enlaces.

La reactividad de esos puntos es evidente, por ejemplo, en la isomerización (Karleskind, 1992), es decir, en la reacción que modifica tanto la configuración del doble enlace, como eventualmente su posición. (Snyder, 1982; Kohashi., 1984; Cecchi, 1982; Ucciani, 1983; Cecchi, Ucciani, 1984).

La reacción tiene una barrera de potencial baja, por lo que las reacciones de isomerización acompañan con frecuencia a otras reacciones; por ejemplo, la hidrogenación parcial de cualquier aceite, incluido, por lo tanto, el de oliva, va siempre acompañada, como reacción secundaria, de la isomerización.

La hidrogenación es una reacción de barrera de potencial alta que, mediante la combinación de hidrógeno y de una sustancia grasa, disminuye su insaturación (Karleskind, 1992; Albright, 1985):

$$-CH=CH- \xrightarrow{\text{Catalizador}} -CH_2-CH_2-$$

Pese a la elevada reactividad de las dos sustancias, se requiere la presencia de un catalizador para conseguir una velocidad de reacción apreciable que permita la transformación en tiempo real. Todos los catalizadores de hidrogenación son aptos para efectuar la reacción, pero prácticamente el más empleado, al menos en la industria, es el níquel.

Éste puede presentarse, según las necesidades, en varias formas (subdividido, soportado, como sal, etc.) que influyen de diversa manera en la reacción de isomerización.

Así, cualquier aceite de oliva hidrogenado lleva siempre cantidades variables de distintos isómeros de posición cis-trans.

Puede producirse isomerización tantas veces como el aceite se pone en contacto con ácidos de Lewis, sobre todo a temperaturas relativamente elevadas (superiores a 100 °C), en la autooxidación, etc.

Además de la hidrogenación, existe también la reacción inversa, o deshidrogenación, aunque ésta se produce químicamente con dificultad; bioquímicamente la reacción es mucho más fácil y puede servir para aumentar la insaturación de un aceite. Se conocen sistemas biológicos que deshidrogenan el ácido esteárico a oleico, linoleico, etc., y el ácido palmítico a palmitoleico; y otros que inhiben las propias biorreacciones.

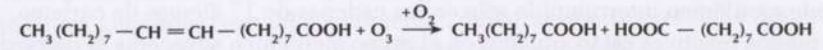
Esto puede tener un importante significado biotecnológico, por ejemplo, en el planteamiento de variedades capaces de producir selectivamente un ácido graso.

La cadena alquídica puede dar reacciones de adición (como la hidrogenación) o de sustitución; entre las primeras cabe citar la halogenación (Karleskind, 1992):

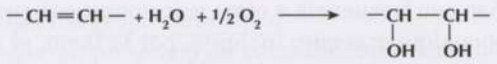
$$-CH=CH- + X_2 \longrightarrow -\underset{\displaystyle X}{\underset{|}{CH}}-\underset{\displaystyle X}{\underset{|}{CH}}-$$

Esta reacción se aprovecha analíticamente para determinar el índice de yodo; es frecuente que vaya acompañada de sustitución.

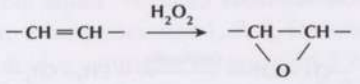
Puede producirse adición con varios reactivos, como el tiocianógeno; también esta reacción sirve de base para una determinación analítica. Otra adición importante es la de ozono: los ozónidos obtenidos se prestan a diversas reacciones que dan lugar siempre a la rotura de la cadena en el punto en que existía el doble enlace (Karleskind, 1992).
Así, del ácido oleico se pueden obtener ácidos nonanoico y azelaico:.



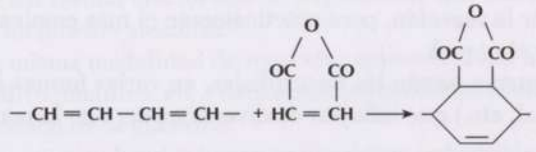
Pueden obtenerse igualmente los aldehídos nonanoico y azelaico mediante reducción del ozónido.
Otra reacción, aparentemente de adición, es la hidroxilación, que puede producirse con varios oxidantes:



Es similar la reacción de epoxidación, realizada generalmente con perácidos, que da lugar a la formación de un anillo de 3 miembros (Karleskind, 1992):



La reacción con el anhídrido maleico da lugar también a compuestos cíclicos, posibles sólo cuando los enlaces de la cadena alquílica estén conjugados, como ocurre en la isomerización (Karleskind, 1992; Mattil, 1962):



Son también reacciones de sustitución o de adición las que dan lugar a la sulfatación, que se produce tratando un aceite o un ácido graso con ácido sulfúrico concentrado. La reacción de base (Mattil, 1962), que se muestra a continuación, se utiliza industrialmente para producir tensioactivos, en general, específicamente adecuados para el tratamiento de cueros y pieles, bien en forma ácida, bien en forma de sales alcalinas.

Con anhídrido sulfúrico líquido puede sustituirse un hidrógeno en posición adyacente al grupo carboxilo, formando compuestos que se isomerizan alfa-sulfoderivados; éstos se utilizan, en general, como ésteres metílicos para aplicaciones detergentes.

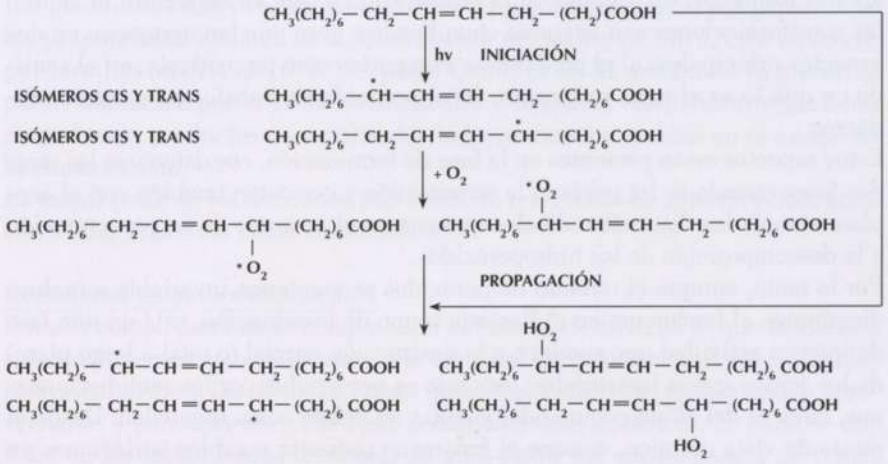
La autooxidación

Se agrupan bajo este término diversas reacciones que se inician con la adición por sustitución, de modo espontáneo, del oxígeno atmosférico por un ácido graso y que llevan después, de modo un tanto complicado desde el punto de vista químico, al enranciamiento (Lundberg, 1961; Frankel, 1984; Gunstone, 1984).

Las reacciones correspondientes pueden definirse en cadena caracterizada por factores de crecimiento superior a 1.

Aunque el fenómeno afecta sobre todo a los centros activos, adyacentes a los dobles enlaces, puede presentarse también en el carbono adyacente al grupo carboxílico, centro reactivo, en los ácidos grasos saturados.

El punto de partida de la cadena inicial es la activación de uno de los centros activos adyacente al doble enlace o al grupo carboxílico (ácidos grasos saturados) que puede producirse, por ejemplo, fotoquímicamente (en el campo del ultravioleta) o mediante otros sistemas energéticos o químicos de activación:



A partir del ácido oleico pueden formarse dos radicales distintos, que reaccionan después con oxígeno.

Los radicales peroxídicos substraen un hidrógeno a una molécula intacta, generando dos nuevos radicales y dos compuestos relativamente estables, los peróxidos, así como dos radicales.

Como la formación de los dos compuestos es siempre activa, se suma a ella la reacción inicial y, por lo tanto, se duplica prácticamente el número de radicales en juego.

En el esquema se resumen las dos primeras fases de la reacción de autooxidación, es decir, las de iniciación y de propagación, a las que sigue una tercera, impropiamente denominada de terminación (figura 1).

Durante las dos primeras fases existe una estrecha proporcionalidad entre el contenido de peróxidos (medido generalmente como índice de peróxidos) y tiempo. Impiden la fase de iniciación diversas sustancias, denominadas antioxidantes, que bloquean el camino bien actuando sobre los radicales (*quenching*), bien oxidándose ellas mismas con formación, en general, de sus compuestos peroxídicos, de naturaleza más estable, ya que están estabilizados por la resonancia.

Como es lógico, la función antioxidante llega a agotarse con el tiempo; mientras se mantiene activa, determina lo que suele definirse como período de inducción. En la figura 1 se representa esquemáticamente una curva de autooxidación típica.

En el aceite de oliva, como se indica más adelante, además de los antioxidantes de la clase de los tocoferoles están presentes diversas sustancias fenólicas, simples y complejas, que actúan como antioxidantes, bien por sí mismas, bien sinergizando la acción de los tocoferoles.

Además de la presencia de antioxidantes, que determinan la longitud del tramo inicial, influye sobre el fenómeno la composición acídica; en efecto, entre los ácidos grasos hay grandes diferencias de capacidad autooxidante.

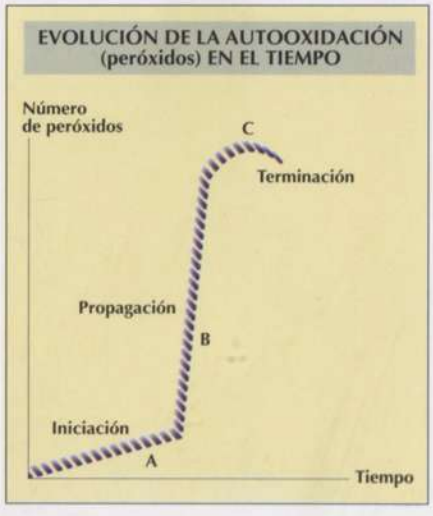


FIGURA 1. Evolución de la autooxidación (peróxidos) en el tiempo.

Cuando el ácido saturado se hace 0, el monoinsaturado está al nivel 1, el diinsaturado al 2 y el triinsaturado al 3; en la práctica, el diinsaturado se oxida a velocidad doble que el monoinsaturado, y así sucesivamente. Todo esto influye en las tres fases de la autooxidación, acortando el período de inducción, incrementando la pendiente del tramo de propagación y modificando la fase de terminación.

Cuanto mayor es el contenido de ácido oleico, a igualdad de ácidos saturados, menos oxidable es el aceite, como ocurre en el aceite de oliva en comparación con los otros aceites vegetales.

La estabilidad de los peróxidos es relativa y éstos empiezan a descomponerse apenas formados, en función de la temperatura a que se encuentra el aceite; las transformaciones son bastante complicadas, pero pueden agruparse en dos aspectos principales: a) el peróxido se comporta como un oxidante, en el sentido en que lo es el agua oxigenada; b) el peróxido se transforma en otros productos.

Estos aspectos están presentes en la fase de terminación, coexisten con las otras dos fases cuando se ha iniciado la terminación y coexisten también con el acoplamiento de los distintos radicales que genera el aumento de su concentración y la descomposición de los hidroperóxidos.

Por lo tanto, aunque el número de peróxidos se mantenga invariable o incluso disminuya, el fenómeno, en el llamado tramo de terminación, está en una fase de intensa actividad que conduce a la destrucción parcial (o total a largo plazo) de los ácidos grasos instaurados; esta fase es perceptible por los sentidos humanos, tanto el del olfato como el del gusto, y se define como ranciedad. Desde el punto de vista químico, aunque el fenómeno presente notables variaciones en función del tipo de aceite, de las circunstancias o de su historia precedente, se puede afirmar que en el aceite rancio se encuentran:

- Productos volátiles de naturaleza aldehídica y, secundariamente, cetónica, en general insaturados; todos ellos proceden sobre todo de la acción oxidante del peróxido sobre los ácidos grasos insaturados y tienen un bajo número de átomos de carbono.
- Compuestos de estructura hidrocarbúrica, insaturados y poliinsaturados, generalmente conjugados, que provienen de transposiciones; los de peso molecular más elevado están formados por la copulación de radicales alquílicos.
- Ácidos grasos de la longitud original pero portadores de funciones cetónicas e hidroxílicas, ligados a la molécula triglicerídica.
- Alcoholes, generalmente insaturados y conjugados formados por los mismos mecanismos ya señalados.
- Polímeros de los ácidos grasos, con puntos de enlace carbono-carbono, carbono-oxígeno, oxígeno-oxígeno, en la molécula triglicerídica.
- Ácidos grasos con funciones aldehídicas, cetónicas y alcohólicas, de longitud menor que la original, ligados a la molécula triglicerídica.

Se trata, pues, de un cuadro muy complejo y poco caracterizable analíticamente, dada la variedad de los componentes químicos.

En presencia de componentes extraños al aceite, como ocurre en la cocción de los alimentos, el cuadro puede modificarse además profundamente por la interacción con estos últimos o con sus productos de descomposición, o bien por la acción protectora o catalítica que éstos induzcan.

Por ejemplo, es sabido que los metales ejercen una profunda influencia sobre los fenómenos autooxidativos cuando intervienen, como transportadores de cargas, en los fenómenos oxirreductivos. En general, están ya presentes en el aceite, bien como componentes naturales, bien porque proceden de las acciones tecnológicas, pero su concentración puede aumentar por su presencia en los alimentos.

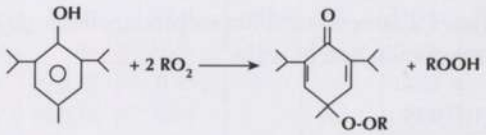
La presencia de clorofila, en el aceite o, eventualmente, en los alimentos, puede tener una marcada influencia sobre los fenómenos oxidativos, a través de fenómenos definibles como fototoquímicos y de transporte de oxígeno.
Así pues, en la autooxidación es posible trazar varios panoramas tanto de decurso como de compuestos de neoformación, en función de las numerosas variables del proceso, que, en general, está dominado por la composición acídica y por el patrimonio antioxidante, aspectos ambos favorablemente presentes en el aceite de oliva.

Reacciones de la glicerina

Los glicéridos están constituidos, además de por ácidos grasos, por glicerina en las proporciones molares de 1:3; en el caso del aceite de oliva, esto equivale, por término medio, al 10 % del peso. Como ya se ha señalado, la glicerina puede obtenerse por la escisión del aceite y se utiliza en distintas reacciones para obtener productos muy utilizados industrialmente, incluso en el campo de la alimentación.
La mayor parte de los derivados provienen de reacciones de esterificación, tanto con ácidos orgánicos como inorgánicos.

Reacciones de otros componentes

Dada la complejidad de la composición del aceite de oliva en lo que respecta a sus componentes menores, existe una variedad de reacciones posibles, ligadas individualmente a las distintas clases químicas. Estas reacciones pueden aprovecharse, y parcialmente ya se aprovechan, con fines analíticos; en parte se utilizan en los tratamientos tecnológicos y en parte son consecuencia de transformaciones espontáneas.
Un ejemplo de esta última posibilidad es la transformación de los antioxidantes en la autooxidación, según la reacción general (aplicable a los compuestos fenólicos):



Los esteroles se encuentran en los aceites parcialmente en forma libre y parcialmente en forma esterificada: esta última experimenta la reacción de saponificación o, por el contrario, la de esterificación (de esteroles a ésteres).
Además, los esteroles pueden dar lugar a una serie de reacciones, como la deshidratación, para formar hidrocarburos cíclicos, con enlaces conjugados, o también a isomerizaciones, en presencia de ácidos de Lewis como catalizadores.
Presentan reacciones muy similares los alcoholes triterpénicos y los metilesteroles.
En el aceite de oliva se encuentra una cierta cantidad de clorofila, que puede intervenir en las reacciones de autooxidación como transportadora de oxígeno. Esta función, junto con otras reacciones, sobre todo de naturaleza fotoquímica, tiende a degradarla en los componentes primarios, con pérdida de color para el aceite.
Merecen una mención especial los dioles triterpénicos del aceite de oliva por su capacidad para oxidarse en presencia de oxidantes fuertes, con apertura del anillo A, que se convierte en dos hidróxilos; esto provoca obviamente su desaparición en términos analíticos, facilitada por procesos posteriores de refinación.

COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL ACEITE

Los glicéridos constituyen casi el 98 % de un aceite virgen y algo menos del aceite de orujo, si se excluyen los ácidos grasos libres que, en este último, antes del refinado, pueden constituir una fracción muy elevada.
El contenido de ácidos libres del aceite virgen se utiliza para su clasificación en varias categorías, como se indica en otro apartado.
Como introducción general a la composición química del aceite, debe señalarse que éste, como producto natural, está sujeto a variaciones, al menos desde un punto de vista cuantitativo, en relación con sus componentes.
Debe señalarse asimismo que muchas de las reacciones de biosíntesis que se producen, tanto en los componentes principales como en los menores, suelen ser incompletas o tienen desviaciones colaterales que determinan la presencia de un número notable de componentes menores; la variabilidad de composición está en función también de las condiciones edafoclimáticas (Fedeli, Cortesi, 1993).
El refinado, cuando se efectúa, puede modificar algunos de los aspectos composicionales (Fedeli y col., 1971; Fedeli, Daghetta, 1972). Por lo tanto, a continuación se hace referencia al aceite virgen, para definir su composición.

LOS ÁCIDOS GRASOS

Los ácidos grasos que forman los glicéridos del aceite de oliva, indicados junto con algunas características en el cuadro 2, varían porcentualmente con diferencias, incluso considerables, en función de la zona de producción (Tiscornia, 1974; Paganuzzi, 1974).
La composición mínima y máxima de los aceites de oliva italianos se da en el cuadro 3, así como la de aceites de otras procedencias; en especial la composición de los aceites procedentes de Túnez difiere de la media general por un mayor contenido de los ácidos 18:2 y 16:0, a expensas de la concentración de 18:1.
Diferencias similares aparecen también en producciones de otras zonas, aunque son más bien la excepción que la regla.

LOS TRIGLICÉRIDOS

Los ácidos grasos indicados en el capítulo anterior se disponen en los triglicéridos de los aceites de oliva según la regla 1,3-random-2-random, según la cual, los ácidos saturados ocupan las posiciones correspondientes a los hidróxilos primarios de la glicerina (1,3, considerados equivalentes), mientras que los ácidos insaturados, además de ocupar las posiciones primarias restantes, esterifican los hidróxilos en la posición 2 (Gunstone, 1967; Pulido, 1992; Capella, 1964).
Esta circunstancia tiene importantes consecuencias analíticas, que se explicarán más adelante.
Los principales triglicéridos se indican en el cuadro 4, subdivididos en clases de ECN (Equivalent Carbon Number) iguales (Cortesi, 1992; Cortesi, 1990).
Se calculan según la regla antes indicada, a partir de los ácidos grasos del cuadro 3.

LOS COMPONENTES MENORES

Como ya se ha tenido ocasión de indicar, en el aceite de oliva existe una importante fracción de componentes menores, tanto de naturaleza glicerídica como no glicerídica; estos últimos aparecen a veces, en función de su estructura, esterificados con los ácidos grasos que forman el aceite (Fedeli, 1977; Mariani, 1993; Mariani, 1991).

CUADRO 3
ÁCIDOS GRASOS DE ACEITES DE DIVERSAS PROCEDENCIAS
(Paganuzzi, 1974; Tiscornia, 1974)

	ISRL	SPGN	TRCH	ARGN	TNSA	ITGR	USA
16:0	12,1	8,4	12,8	15,3	18,6	9,5	5,7
16:1	0,4	0,5	0,7	1,6	2,2	1,5	0,3
17:0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,0
17:1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,0
18:0	4,0	2,4	2,3	2,3	2,3	2,4	1,8
18:1	72,3	81,1	71,7	67,0	59,2	76,2	81,7
18:2	10,0	6,7	11,7	13,0	16,6	9,5	10,5
18:3	0,5	0,4	0,2	0,2	0,4	0,6	-
20:0	0,4	0,3	0,2	0,1	-	0,3	-
20:1	0,1	-	0,2	0,2	-	0,2	-
20:0	0,0	-	0,0	0,1	-	0,1	-

ISRL = Israel; SPGN = España; TRCH = Turquía; ARGN = Argentina; TNSA = Túnez; ITGR = Italia-Grecia; USA= Estados Unidos.

Los componentes menores de naturaleza glicerídica

Además de en los triglicéridos, la glicerina está presente en otras estructuras relacionadas con éstos, en parte, derivadas de la hidrólisis de naturaleza enzimática en el fruto y, en parte derivadas, probablemente, de una biosíntesis incompleta (Cortesi, 1992).

CUADRO 4
PRINCIPALES TRIGLICÉRIDOS DE DIVERSOS ACEITES DE OLIVA

ECN	Gli.	TNSA %	SPGN %	ITGR %	ECN	Gli.	TNSA %	SPGN %	ITGR %
42		1,00	0,19	0,47	46		35,02	17,53	24,43
	MLL*	0,18	0,10	0,04		PLP	1,67	0,12	0,12
	LOT*	0,23	0,13	0,26		MOP*	1,63	0,22	0,69
	LLL	0,44	0,03	0,09		LOP*	12,29	2,93	4,41
44		8,95	2,34	4,40		OMM*	2,25	0,99	2,59
						LOO*	16,96	13,27	16,48
	MOL*	1,26	0,16	0,65	48		49,81	73,68	64,81
	LLP	1,72	0,12	0,27		POP	5,96	1,47	1,77
	TOO*	0,41	0,79	1,04		POO	21,92	17,73	17,68
	LOL*	4,76				OOO	20,16	53,59	44,05
						LOS*	1,52	0,84	1,12
					50		4,19	5,89	5,36
						POS	1,48	0,84	0,90
						SOO	2,72	5,06	4,47

ECN = Número de átomos de carbono equivalente; Gli. = Glicérido; TNSA = Túnez; SPGN = España; ITGR = Italia-Grecia; * = Isómeros

Se trata de los mono y diglicéridos de los mismos ácidos grasos que componen el aceite.

Es más abundante la fracción diglicerídica, cuyo análisis puede permitir apreciar la frescura del producto, ya que la concentración de algunos de ellos aumenta en función de la calidad del fruto de origen (Cortesi, 1992).

El cuadro 5 ofrece algunas indicaciones sobre las concentraciones.
Entre los componentes glicerídicos menores los fosfátidos están presentes en cantidades muy pequeñas en comparación con los aceites de semillas (40-135 ppm) (Vitagliano, 1960; Vitagliano, 1961; Mancha, 1974).

CUADRO 5
CONCENTRACIONES DE DIGLICÉRIDOS EN ACEITES VÍRGENES (EXTRA)

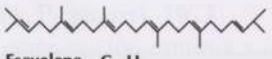
Aceite	Total %	%LO	%LP	%OO	%PO	%PP
S1	1,34	0,02	0,18	0,12	0,82	0,20
S2	1,45	0,03	0,22	0,14	0,87	0,19
S3	1,63	0,08	0,25	0,28	0,82	0,20
S4	2,10	0,07	0,28	0,33	1,15	0,27

L = Linoleico; O = Oleico; P = Palmítico

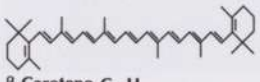
Hidrocarburos, alcoholes lineales y cíclicos

Hidrocarburos lineales, de la serie iso y anteiso son componentes de los aceites de oliva (Capella 1963 a) junto con importantes cantidades de escualeno (150-800 ppm). También está presente el beta-caroteno, precursor bioquímico de la vitamina A, en concentraciones bastante reducidas (algunos ppm) (Tiscornia, 1982).

HIDROCARBUROS TERPÉNICOS DEL ACEITE DE OLIVA



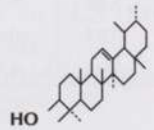
Escualeno $C_{30}H_{50}$



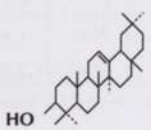
β-Caroteno $C_{40}H_{64}$

La presencia de hidrocarburos policíclicos ha sido estudiada; los contenidos son bastante limitados, pocos microgramos por kilo (Jung, 1962, Jung, 1963, Jung, 1964; Horward, 1966; Borneff, 1966; Borneff, 1967; Ciusa, 1965; Ciusa, 1968, Ciusa, 1970, Ciusa, 1974, Ciusa, 1980; Morgante, 1973).
En los aceites de oliva se encuentran una serie de compuestos, derivados probablemente de una reacción de biosíntesis colateral a la que lleva a los ácidos grasos, que son los alcoholes lineales con número de átomos de carbono comprendido entre 18 y 28 (Vitagliano, 1976; Camera 1978; Fedeli, 1977).
Un grupo de compuestos de especial interés son los alcoholes triterpénicos; el 24-metilencicloartenol es, en general, el componente predominante, acompaña-

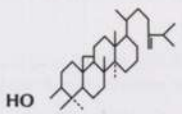
ALCOHOLES TRITERPÉNICOS



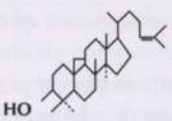
α-Amirina



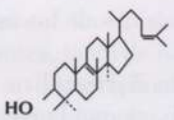
β-Amirina



24-metilencicloartenol



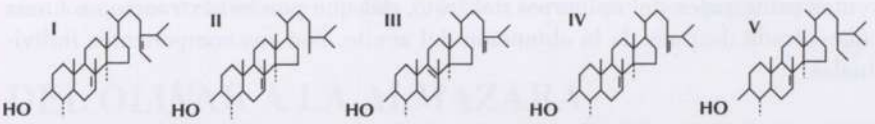
Cicloartenol



Lanosterol

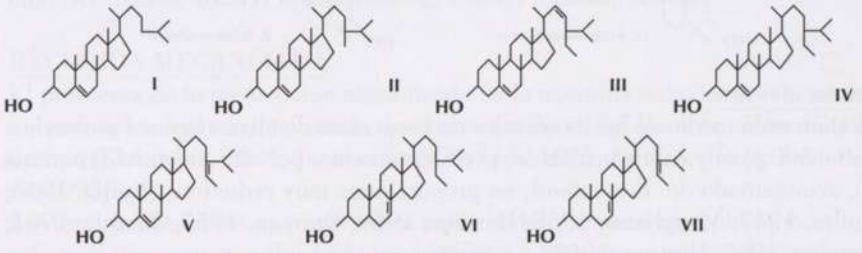
do del cicloartenol y del alfa y beta-amirina (Jacini, 1967; Fedeli, 1966; Fedeli, 1968; Fiecchi, 1966; Fedeli, 1974).
Similares en su estructura a los dos primeros son los metilesteroles (Fedeli, 1974), producto probablemente de su demetilación:

METILESTEROLES DEL ACEITE DE OLIVA

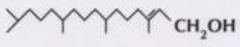


Entre ellos se encuentran el obtusifoliol y el citrostadienol.
Con una demetilación posterior se llega a los esteroles (Capella, 1963; Fedeli, 1966; Fedeli, 1974; Itoh, 1973; Fedeli, 1977):

ESTEROLES DEL ACEITE DE OLIVA



Estos últimos adquieren una importancia analítica especial, dada la peculiaridad específica de su presencia en el aceite de oliva, en términos cualitativos y cuantitativos, entre todos los aceites y grasas conocidos.
Triterpenos pentacíclicos bifuncionales son el eritrodiol y el uvaol, componentes típicos del epicarpio de la aceituna (Kotakis, 1967; Fedeli, 1973; Mariani, 1973). Su determinación analítica tiene importancia, como se verá a continuación, puesto que están presentes en cantidad reducida (menos del 4,5 % del total de la fracción esterólica) en los aceites de presión, mientras que su concentración es mucho más elevada en los aceites extraídos con disolvente (aceite de orujo), debido a su relativa insolubilidad en el aceite.
En la fracción alcohólica de naturaleza terpénica hay que enumerar también al fitol, que, probablemente, tiene su origen en la degradación de la clorofila (Jacini, 1967):



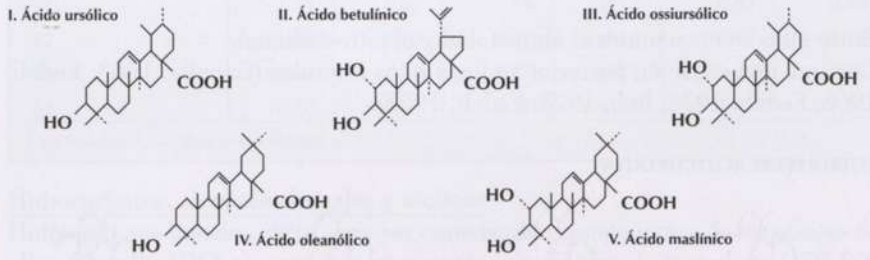
Fitol $C_{20}H_{40}O$

Los alcoholes lineales y cíclicos se encuentran en forma libre o esterificada, mientras que los alcoholes de bajo peso molecular, etílico y metílico están siempre esterificados; su concentración es apreciable en el aceite (Fedeli, 1972).
La saponificación es uno de los medios para concentrar, una vez eliminada la fracción de los jabones, y estudiar los alcoholes de cualquier naturaleza que se encuentran en el aceite de oliva; éste es, generalmente, el camino seguido para la investigación o con fines analíticos.
La cristalización fraccionada de la fracción glicerídica permite concentrarla también, de forma intacta a efectos de investigación (Fedeli, 1974).
En la actualidad se usan con frecuencia, a los efectos señalados, métodos combinados de cromatografía líquida, gaseosa y de espectrometría de masa (Mariani, 1991 a, b; Mariani, 1993).

Otras sustancias de naturaleza terpénica

En el aceite virgen está presente una fracción interesante de ácidos terpénicos parecidos y obviamente también en el aceite de orujo bruto (Parisi, 1931; Peano, 1901; Scurti, 1911; Scurti, 1912; Vioque, 1961; Caglioti, 1962; Caglioti, 1960; Thiers, 1959; Fedeli, 1977).

Pertenecen en parte a la serie oleanólica y en parte a la ursólica y son constituyentes principales del epicarpio del fruto, del que pueden extraerse en forma concentrada después de la obtención del aceite. Son sus componentes individuales:



Los tocoferoles

El contenido medio de los tocoferoles de los aceites de oliva vírgenes asciende a 150 - 300 ppm y está constituido, preferentemente, por alfa-tocoferol (vitamina E), acompañado de ß-tocoferol, en proporciones muy reducidas (Kofler, 1945; Kofler, 1947; Vitagliano, 1958; Bertoni, 1959; Bunyan, 1957; Taufel, 1961; Gracian, 1965; Herting, 1963).

Pueden encontrarse también en el aceite contenidos distintos de los indicados, en función de especiales condiciones edafoclimáticas.

Componentes fenólicos

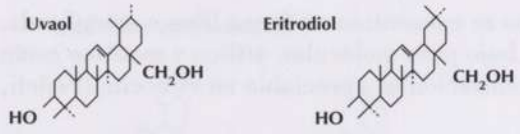
En los aceites de oliva vírgenes se encuentra una nutrida serie de componentes fenólicos; parte en concentraciones bajas, parte en forma apreciable.

Algunos de ellos forman parte del aroma y se describen junto con ellos.

Más importantes, por su concentración y singularidad son el tirosol y el hidroxitirosol y sus derivados (Cortesi, 1977; Cortesi, 1981; Cortesi, 1983; Cortesi, 1985; Fedeli, 1983).

Por lo que se refiere a los derivados, se trata de un denso grupo de individuos químicos, de naturaleza esterea (ésteres del ácido elemólico del grupo alcohólico); la estructura de algunos de ellos ha sido estudiada recientemente:

DIALCOHOLES TRITERPÉNICOS DEL ACEITE DE OLIVA



Probablemente proceden de los glucósidos propios del fruto de cuya hidrólisis parcial se derivan aglicónos solubles en el aceite.

La hidrólisis posterior, posible durante las fases de amasado, rompe los enlaces ésteres y libera tirosol e hidroxitirosol que al poder repartirse en el agua, en parte se pierden en el agua de vegetación.

Los ésteres están unidos y quizá son responsables del gusto amargo y picante del aceite, si bien por el momento no puede atribuirse a un compuesto específico estas sensaciones organolépticas.

Los componentes aromáticos

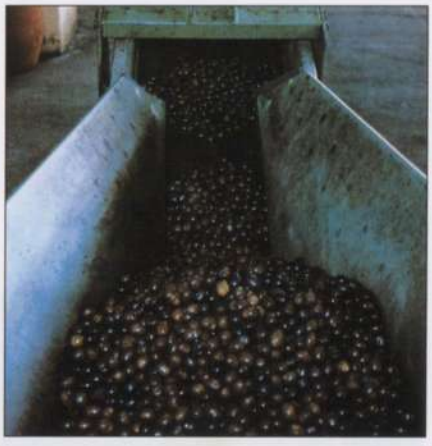
El aceite virgen tiene un aroma peculiar que se deriva de la presencia de un alto número de sustancias que en conjunto representan 250-500 ppm (Fedeli, 1973; Fedeli, 1974; Fedeli, 1976; Flath, 1973; Nawar, 1969; Nawar, 1970).
Los principales componentes se indican en el cuadro 6.
Según Guth y Grosch (Guth, 1991) los principales responsables del aroma serían los que se indican en el cuadro 7, junto a las sensaciones que generen.

DEL OLIVAR A LA ALMAZARA

La tecnología que lleva del fruto al aceite es bastante compleja y peculiar y, a menudo, la buena calidad del producto depende de su correcta aplicación: recolectar la aceituna en el grado justo de maduración, transformarla en un tiempo razonable, utilizar las instalaciones adecuadas y actuar en condiciones óptimas de limpieza son las condiciones necesarias para el buen resultado de la operación (Kiritsakis, 1991; Papanastassiou, 1966; Frezzotti, 1956).

RECOGIDA MECANIZADA

El problema de la recolección mecanizada de la aceituna todavía no está resuelto, pese a los intensos esfuerzos de investigación dirigidos a crear un sistema óptimo (Kiritsakis, 1984; Jacoboni, 1978; Luh, 1975; Fridley, 1969; Fontanazza, 1993).
La descripción de los aparatos no es materia del presente capítulo, que sólo se refiere al itinerario que lleva a la producción y a las normas adecuadas para producir un aceite de la mejor calidad.
En general, las máquinas, con varias modalidades, se basan en el principio de la vibración de los árboles o de las ramas; gran parte de los frutos se cogen mediante redes y una fracción reducida escapa al sistema de recolección y, eventualmente, se recupera con posterioridad.
La parte de aceitunas recuperada posteriormente puede, según las modalidades y los tiempos de recuperación, ser de calidad inferior a la primera y, por tanto, incapaz (o menos susceptible) de dar un aceite de calidad.
La recolección mecánica es válida, sobre todo, cuando el olivar tiene unas características adecuadas para el uso de las máquinas, tanto por la estructura como por el tiempo de maduración.
Para facilitar la acción mecánica se han propuesto productos que reducen la fuerza de adherencia entre fruto y árbol, aunque por el momento se usan poco (Hartmann, 1970; Hartmann, 1976).



Transporte de aceitunas.

ORDEÑO

El ordeño es, ciertamente, la técnica más antigua, tanto si se realiza mediante la caída natural del fruto como en forma realmente manual (ordeño) y mediante sencillos instrumentos de percusión.
En todos los casos citados, es obligado el uso de redes para recoger los frutos porque evita los daños inherentes a la rotura del epicarpio y al contacto con el terreno y sus agentes distributivos.

POSIBLES DAÑOS AL FRUTO

Aparte de las infestaciones, principal causa de daños a los frutos, y objeto de otros capítulos, es importante recordar que la integridad del fruto es condición indispensable para la preparación de un aceite de calidad.
La abrasión del epicarpio genera, sobre todo en contacto con el terreno, una serie de acciones enzimáticas que tienden a alterar el aceite contenido en las células.

Olivo en fase juvenil.

CUADRO 6
COMPONENTES VOLÁTILES DEL ACEITE VIRGEN

- **HIDROCARBUROS**
  - Aromáticos
    - Naftaleno
    - Etilnaftaleno
    - Dimetilnaftaleno
    - Acenafteno
    - Alquibenzeno
  - Alifáticos
    - n-octano
- **ALCOHOLES**
  - Aromáticos
    - 2-feniletan-1-ol
  - Alifáticos
    - Metanol
    - Etanol
    - Metilpropan-1-ol
    - Penten-1-ol
    - 3-metilbutan-1-ol
    - 2-metilbutan-1-ol
    - 3-cis-esen-1-ol
    - Esan-1-ol
    - 2trans-esen-1-ol
    - Eptan-1-ol
    - Ottan-1-ol
    - Noanan-1-ol
- **ÉSTERES**
  - Aromáticos
    - Etilbenzoato
    - Metilsalicilato
    - Etilfenilacetato
  - Alifáticos
    - Etilacetato
    - Etilpropionato
    - Metilbutirrato
    - Etil-2-metilpropionato
    - 2-metil-1-propilacetato
    - Metil-3-metilbutirrato
    - Etilbutirrato
    - Propilpropionato
    - Metil-n-pentanoato
    - Etil-2-metilbutirrato
    - Etil-3-metilbutirrato
    - Metil-n-hexanoato
    - Metil-n-heptanoato
    - Metil-n-octanoato
    - Etil-n-octanoato
    - Etil-n-noanoato
    - Etil-n-decanoato
    - Metil palmitato
    - Etil palmitato
    - Metil oleato
    - Etil oleato
- **ALCOHOLES**
  - Terpénicos
    - 1,8 cineol
    - Linalol
    - O terpineol
    - Lavandulol
- **ALDEHÍDOS**
  - Aromáticos
    - Benzaldehído
  - Alifáticos
    - Etan-1-ale
    - n-propan-1-ale
    - 3-metilbutan-1-ale
    - 2-metilbutan-1-ale
    - n-butan-1-ale
    - n-pentan-1-ale
    - 2-trans-penten-1-ale
    - 2cis-penten-1-ale
    - n-esan-1-ale
    - 2cis-esen-1-ale
    - 2trans-esen-1-ale
    - n-eptan-1-ale
    - 2,4esadien-1-ale
    - 2cis-epten-1-ale
    - 2trans-epten-1-ale
    - n-ottan-1-ale
- **ÉSTERES**
  - Alifáticos
    - Metil linoleato
    - Etil linoleato
- **ALDEHÍDOS**
  - Alifáticos
    - 2,4-eptadien-1-ale (2 isómeros)
    - 2trans-otten-1-ale
    - n-nonan-1-ale
    - 2trans-nonen-1-ale
    - 2,4-nonadien-1-ale
    - 2trans-decen-1-ale
    - 2,4-decadien-1-ale (2 isómeros)
    - 2-trans-undecen-1-ale
- **CETONAS**
  - Aromáticos
    - Acetofenona
  - Alifáticos
    - Acetona
    - 3-metilbutan-2-ona
    - n-pentan-3-ona
    - n-esan-2-ona
    - n-ottan-2-ona
    - n-nonan-2-ona
    - 2-metil-2epten-6-ona
- **ÉSTERES AROMÁTICOS**
  - Metoxibenzeno
  - 1,2-dimetoxibenzeno

CUADRO 7
RELACIÓN ENTRE LOS COMPONENTES Y EL AROMA

Compuesto	Sensación
3-hexenol	Hoja, verde
Hexanal	
2-hexenal	Verde, graso, amargo
3-hexenal	Verde, manzana
Etilmetilbutirrato	Afrutado
3-hexenilacetato	Afrutado
Etilciclohexanoato	Afrutado
Decadienal	Frito
2-nonenal	Graso
4-metoxi-2 metilbutantiol	Grosella

En particular, se han comprobado reacciones de hidrólisis y de autooxidación enzimática y la proliferación, a expensas del fruto, de microorganismos que dan mal sabor al aceite.
En efecto, muchas de estas posibilidades que dañan al aceite producido encuentran su expresión en la descripción de las características organolépticas defectuosas (Psyllakis, 1980; Martínez Suárez, 1975).

EL TRANSPORTE DE LAS ACEITUNAS

Aunque no se necesiten máquinas especiales para el transporte de los frutos, no estará de más recordar que en esta fase pueden producirse daños cuyos efectos se han indicado en el apartado anterior. Conviene no olvidar que la aceituna es un fruto y, por tanto, al igual que éstos, es sensible a los golpes.
Si bien la transformación en aceite es el fin principal de la recolección de la aceituna, la presencia de daños en el tegumento y la tardanza en efectuar las operaciones de prensado causan daños irreparables en la calidad.
Por estas razones, hay que procurar evitar el transporte a granel, cuidando de preparar contenedores en los que puedan formarse capas de espesor no demasiado elevado, del orden de 25 cm, que permitan el apilamiento en un espacio relativamente reducido, sin provocar compresiones.

LA CONSERVACIÓN DEL FRUTO

Dos son las principales acciones que pueden desarrollar las enzimas contenidas en el fruto: una acción hidrolítica y una oxidativa a causa de la presencia de lipasas y de lipoxidasas en ambiente intensamente acuoso.
La acción hidrolítica prevalece en general sobre la oxidativa debido a los problemas mecánicos relativos al transporte del oxígeno hacia el interior del fruto, fáciles cuando el fruto está muy dañado.
Para que las acciones antes citadas puedan afectar a la calidad de los aceites obtenidos, se han de dar dos factores. El primero es la falta de integridad del fruto, que por un lado pone en contacto, mediante la rotura de las células, el aceite y las enzimas, y por otro suministra el oxígeno, a través del contacto con el aire. Sistemas enzimáticos diversos de los propios de la aceituna pueden estar presentes como resultado del contacto de la pulpa con el terreno y la instauración de colonias de microorganismos en desarrollo.
El segundo factor es, obviamente, el tiempo de conservación del fruto, que tiende a aumentar la extensión de los fenómenos.
Por lo demás, cabe afirmar que, en general, el primer resultado de las alteraciones va más en contra de las cualidades organolépticas que de las características propiamente químicas.

Ánfora para el almacenamiento del aceite de oliva procedente del palacio de Phaestos (Creta, Grecia).

FIGURA 2. Extracción del aceite de oliva por presión.

Como prueba de la importancia de las transformaciones habidas, con frecuencia, se observan alteraciones de cierta importancia, por ejemplo, a nivel de los componentes menores.

En cualquier caso, es preferible recoger las aceitunas lo antes posible, evitando que se mezclen con el terreno y conservarlas no en montones, sino en contenedores ventilados que formen capas de unos 25 cm.

Como ya se ha señalado esta práctica es poco costosa por lo que se refiere al espacio y beneficiosa a efectos de la conservación.

Cualquier otro tipo de conservación (en soluciones acuosas, con tratamientos diversos, en atmósferas inertes, en frigoríficos, etc.) resulta inaplicable, en parte por razones técnicas y en parte por los costes que de ella se derivan, pero sobre todo, con objeto de preservar la calidad.

MECÁNICA OLEÍCOLA

Como en cualquier otro producto oleaginoso, la extracción del aceite plantea el problema básico de la rotura de las células oleíferas, a fin de que las vacuolas puedan expandirse y coalescer en gotas de mayores dimensiones.

En la tecnología del aceite de oliva, este principio adopta aspectos peculiares y presenta ciertas dificultades derivadas tanto de la estructura del fruto como de la notable cantidad de agua presente.

Al igual que para otros tipos de tecnologías extractivas, la materia prima, en este caso un fruto, debe prepararse y acondicionarse a través de una serie de fases, aparentemente mecánicas pero, en realidad, complejas por muchos aspectos. De su correcta ejecución depende la calidad final del aceite, siempre en el caso de que la materia prima sea de buena calidad (figura 2).

La preparación tanto cualitativa como cuantitativa está ligada al rendimiento que se obtenga por medio físico.

EL LAVADO Y SUS ASPECTOS

Esta operación es importante para eliminar materias extrañas, tanto derivadas de la planta (hojas, ramitas, etc.) como del terreno (tierra, etc.) o de los tratamientos con cualquier tipo de fitofármaco (figura 2). La calidad del agua es evidentemente importante por la posible presencia de contaminantes.

Es desaconsejable el uso de detergentes, aunque pudieran resultar útiles desde algún punto de vista, ya que hay que suponer que su eliminación completa podría resultar difícil, dada su naturaleza lipófila.

Molino de aceite ancestral.

EL TRITURADO Y SUS ASPECTOS

Este tratamiento es bastante importante tanto en sentido químico como físico, ya que el aceite, antes protegido dentro de la célula oleífera, se pone ahora necesariamente en contacto íntimo con los otros componentes de la misma y de otras partes del fruto, con su carga enzimática.

Antiguamente, la operación se realizaba por medio de un sistema de cilindros que giraban sobre una cuba con una base pétrea que funcionaba como contenedor de la pasta; un rudimentario sistema de avance, formado por unas aletas metálicas, permitía la mezcla y el transporte de la pasta hacia la salida (figura 3). El material de construcción, la piedra, fue reemplazado posteriormente por estructuras metálicas, no siempre con ventajas para la calidad del producto final, sobre todo con algunas variedades de aceitunas.

También se utilizan trituradores de martillos, pero éstos, pese a ser muy prácticos y económicos, presentan ciertos inconvenientes, por lo que se refiere a la calidad del aceite (figura 3).

En la fase de triturado se producen importantes transformaciones, sobre todo en los componentes más lábiles frente las enzimas hidrolíticas; por ejemplo, algunos principios amargantes o pungentes experimentan hidrólisis que mejoran la calidad del aceite si la operación se realiza de forma que se eviten otras acciones hidrolíticas más intensas, identificando mediante diversos intentos el tiempo exacto de triturado, diferente para cada tipo de aceituna.

De acuerdo con lo dicho, la hidrólisis de los glucósidos precursores es condición necesaria para hacer solubles los fenoles complejos (componentes menores polares).

Estos mismos aspectos están presentes en la fase siguiente de mezclado, que tiene por objeto uniformar la pasta, pero, sobre todo, provocar la coalescencia de las gotitas de aceite para formar otras de mayores dimensiones que, evidentemente, son menos proclives a experimentar los ataques enzimáticos.

En ambas fases, la duración de las operaciones es decisiva para la calidad del aceite y debe adaptarse, basándose en la experiencia, a los distintos casos posibles de frutos.

En el mezclado, el aumento de la temperatura, por medio del intercambio de calor con agua caliente, favorece las operaciones y los rendimientos; como límite de temperatura se señalan 25-30 °C. Existen varios tipos de mezcladores, basados generalmente en el concepto de láminas giratorias en el interior de un cilindro metálico que proceden al mezclado y al avance de la masa por medio de un movimiento lento (unas 20 revoluciones por minuto).

En todos estos procesos, cuando se utilizan metales, se producen contaminaciones (y disoluciones) que tienden a aumentar el contenido de prooxidantes (principalmente hierro).

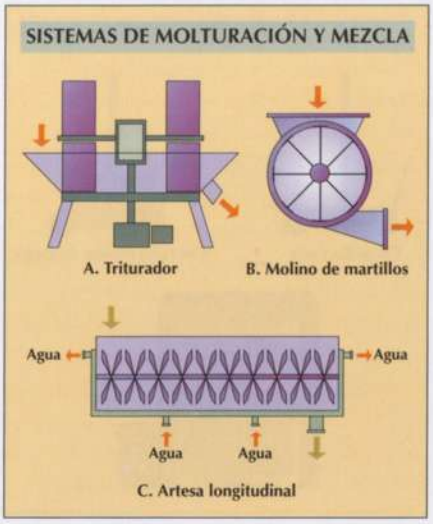


FIGURA 3. Sistemas de molturación y mezcla.

EXTRACCIÓN POR PRESIÓN

La separación de los componentes de la pasta se puede efectuar de varios modos, que se indican seguidamente; el instrumento más antiguo, que aún se utiliza a pesar de la evolución mecánica, es la prensa (Moreno Martínez, 1964; Petruccioli, 1975: Di Giovacchino, 1988).

Preparación para la extracción

El procedimiento es discontinuo; está constituido por varias fases, unas preparatorias del prensado y otras posteriores a éste, y en su conjunto resulta bastante laborioso, costoso desde el punto de vista de la mano de obra y abierto a posibles contaminaciones del ambiente si no se ha hecho una limpieza perfecta.

En la práctica, las prensas modernas, tal como se han ideado, trabajan sobre una «carga» o pila formada por estratos de pasta y de tejido apto para sujetarla y constituido antiguamente por fibra vegetal (coco o esparto) y ahora de nilón.

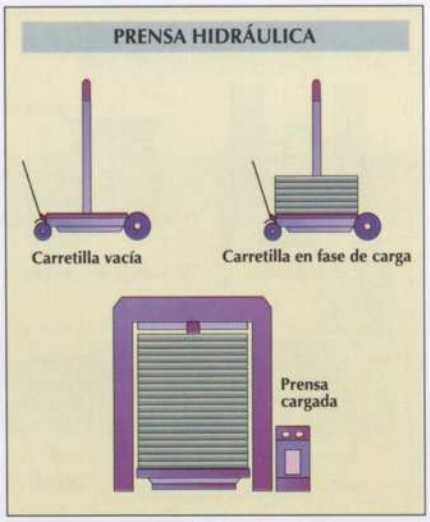


FIGURA 4. Prensa hidráulica.

La carga, preparada aparte, se transfiere al sistema hidráulico y se va aplicando la presión gradualmente hasta alcanzar valores del orden de 400-500 kg/cm^2. El aceite y el agua pueden salir por los bordes o bien por un canal central (figura 4).

A la operación de extracción sigue el desmontado de la «carga», cuyos componentes, excluido el orujo, retornan a la cabeza del sistema.

El aceite extraído de la prensa puede separarse por decantación espontánea o por centrifugación, en centrifugadoras verticales que originan la fase acuosa (alpechín) y el aceite.

Según el grado de separación, se pueden dar al aceite diversos aspectos, desde el perfectamente límpido hasta el opalescente y el turbio, en función de las preferencias de la clientela.

Conviene mencionar el hecho de que la presencia de partículas que hacen turbio al aceite siempre va acompañada de una carga enzimática que hace al aceite menos estable y menos conservable.

Conservación y almacenamiento

El aceite depurado del alpechín se conserva, en general, durante algún tiempo, sobre todo donde los centros de producción tienen capacidad elevada o donde el aceite se entrega al almacenista.

Cuando se trate de aceite virgen que se vende como tal, la conservación adquiere una gran importancia para mantener intacta la calidad y, por tanto, para tratar de obtener un precio más elevado.

Aun aceptando que el aceite de oliva es uno de los aceites que pueden conservarse más tiempo, a causa de su composición acídica y del patrimonio antioxidante, esa conservabilidad no es infinita, sobre todo en lo que atañe a las cualidades organolépticas, y conviene cumplir ciertas reglas que pueden enunciarse así:

- La temperatura de almacenamiento debe ser relativamente baja, para lo cual habrá que utilizar medios que tiendan a evitar las fuentes de calor, aunque sin recurrir a sistemas de refrigeración. La temperatura óptima está comprendida entre 15 y 25 °C.
- Ausencia de residuos de alpechín que, con su carga enzimática, puede influir, sobre todo, en las características organolépticas.
- Ausencia de radiaciones, en particular de ultravioletas, que dan lugar a la formación de los radicales que inician las reacciones de autooxidación.
- El material de los recipientes ha de ser inatacable; son adecuados para este fin el acero inoxidable de calidad alimentaria o el hierro isovetrificado. No son aconsejables los revestimientos de materiales plásticos sobre el acero.
- Los recipientes, a ser posible, deben tener limitada la entrada de aire y no han de ser objeto de mezclas.

Ha de tenerse en cuenta que la mayor parte de los fenómenos oxidativos se produce en una capa de unos 10 cm de espesor en la superficie de contacto aire/aceite.

El oxígeno disuelto está disponible inmediatamente para la oxidación, pero una vez consumido si no se remueve de nuevo el aceite, la oxidación cesa casi por completo en la capa situada por debajo de los 10 cm y protege al aceite que queda, sean cuales fueren las dimensiones del recipiente (Fedeli, 1975).

Debe tenerse en cuenta además que el aceite ha de airearse lo menos posible en los dispositivos de carga para el almacenamiento. Las mismas recomendaciones valen para la conservación de pequeñas partidas y, con mayor razón, para el embotellado.

EXTRACCIÓN POR CENTRIFUGACIÓN

La utilización de la centrifugación para extraer el aceite de la aceituna es una técnica relativamente reciente y se basa en la diferencia entre los pesos específ-

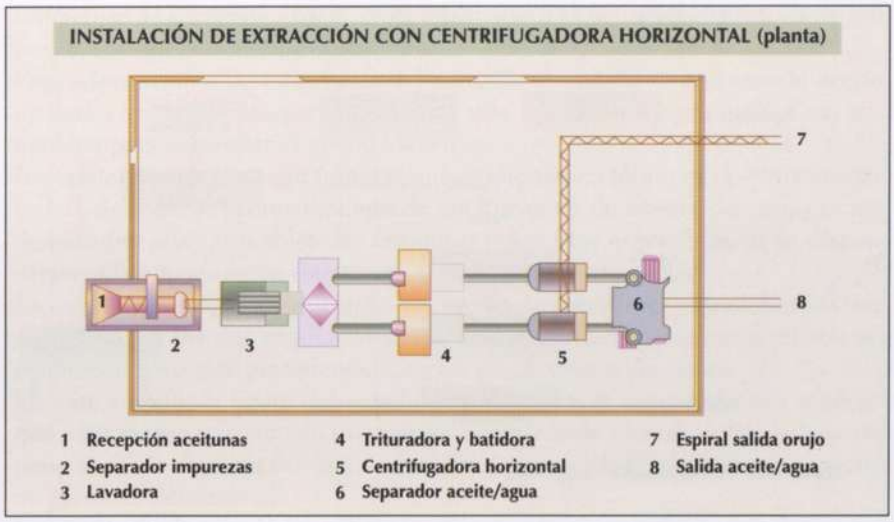


FIGURA 6. Instalación de extracción con centrifugadora horizontal (planta).

ficos del aceite, del agua y del orujo, que, en general, se realiza en un tambor horizontal que gira a gran velocidad (Fedeli, 1977; Kiritsakis, 1985).

El esquema general de la extracción se representa en la figuras 5 y 6, si bien en él se están introduciendo variaciones constantemente, encaminadas a mejorar la ya notable eficacia, derivada de la práctica y de las operaciones continuas.

En la práctica, según el esquema convencional, en lo que se refiere a la preparación de la pasta, en el proceso originario se añade una cantidad relativamente elevada de agua caliente (50 °C), a fin de poder diferenciar después los pesos específicos, sobre todo en relación con el par aceite/agua. El separador (o centrifugadora) separa de modo continuo la fase orujo, que contiene aún aceite y agua, de las mezclas aceite/agua y agua/aceite. La centrifugación (centrifugadora vertical) de las dos últimas mezclas permite la separación efectiva del aceite y del agua.

Con algunas correcciones técnicas se puede reducir o evitar la adición de agua, disminuyendo la cantidad de efluente hídrico y, por tanto, los problemas de contaminación.

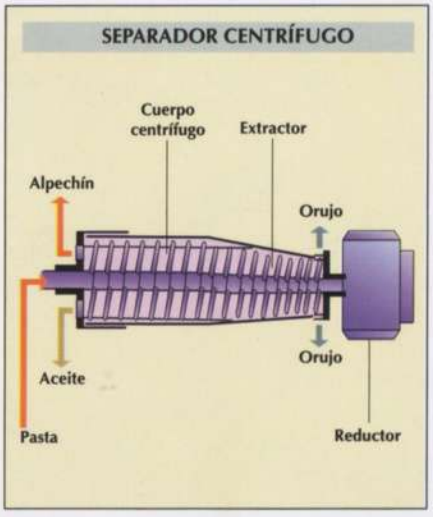


FIGURA 5. Separador centrífugo.

FILTRACIÓN SELECTIVA

El principio es bastante sencillo y se basa en la posibilidad de permitir el paso del aceite a través de un sistema filtrante en el que quede retenida el agua (figura 7).

Técnicamente, la aplicación del principio es bastante más complicada y se basa en un sistema filtrante de láminas metálicas a las que se adhieren las gotas de aceite, que después se extraen de la masa de pasta.

Como el aprovechamiento del aceite contenido en la pasta es relativamente inferior al teórico, el sistema puede acoplarse a un sistema centrífugo.

La figura 8 representa el correspondiente esquema.

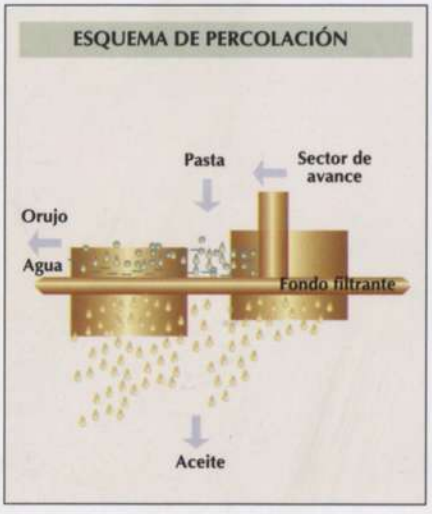


FIGURA 7. Esquema de percolación.

CARACTERÍSTICAS DEL ACEITE VIRGEN

Las características químico-físicas de los aceites de oliva vírgenes son muy peculiares y se verifican por medio de una serie de medidas cuya metodología se ha ido creando durante años, a través de una continua renovación que ha tenido en cuenta los avances técnicos, incluso los más recientes. En general, el primer objetivo que se ha fijado a tal efecto es establecer el carácter genuino del producto, defendiéndolo de las adulteraciones y, paralelamente, determinar su calidad.

FIGURA 8. Ejemplo de proceso de extracción mixto.

Para todos los aspectos estrictamente analíticos nos remitimos al apartado Métodos analíticos (pág. 284), considerándose aquí tan sólo los aspectos generales.
El aceite obtenido de las aceitunas es, sin duda, un producto genuino, cuya calidad puede variar, no obstante, en función de los numerosos parámetros que se han definido en el apartado Mecánica oleícola (pág. 270).
El primero de estos parámetros es la frescura del producto agrícola, su justo grado de maduración y el esmero de las operaciones tecnológicas, realizadas en instalaciones que, en general, presentan un elevado grado de fiabilidad si su mantenimiento es el adecuado.
Como se ha indicado, si el fruto no está íntegro, si permanece mucho tiempo sobre el terreno, el aceite, aun siendo genuino, en el sentido literal del término, experimenta transformaciones que afectan tanto a la componente glicerídica como a los componentes menores, entre ellos el aroma, cuyas proporciones pueden variar también notablemente y sufrir transformaciones permanentes. A veces las transformaciones, por ejemplo, a cargo de los esteroles, son tales que el aceite ya no puede ser calificado de genuino. Ni siquiera la refinación, necesaria generalmente en estos casos, puede reintegrarle los aspectos de genuinidad; de hecho, la ampliación que suele proponerse en estos casos de algunos límites no haría más que rebajar la rigidez del propio concepto.
Estas consideraciones, íntimamente ligadas a los parámetros analíticos, se pueden extender a otros conceptos, tales como la pérdida de los antioxidantes naturales, que en las condiciones antes expuestas es masiva.
Así pues, el problema de la buena tecnología de producción está íntimamente ligado tanto a la genuinidad como a la calidad del producto.

CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS Y MEZCLA

La calidad final del aceite de oliva no está subordinada sólo a factores relacionados con su producción; de hecho, por una serie de motivos –agronómicos, climáticos y varietales–, el producto presenta, aparte de una base de componentes aromáticos comunes, unas notables diversificaciones en cuanto a sabor, considerando tan sólo los aspectos positivos y no las posibles alteraciones.
Naturalmente, la tipicidad de una producción, desde el punto de vista organoléptico, puede ser un mérito, y aceptada como tal por un grupo de consumidores.
Si se hace referencia al conjunto de usuarios, la demanda podría estar en contraste con el concepto de tipicidad.
Es sabido que amplios grupos de consumidores se inclinan más a aceptar sabores característicos del producto que quizá no coincidan con alguna de las diversificaciones que pueden formar la tipicidad. Por lo tanto, el producto, sobre todo

tratándose de un aceite virgen, debe adecuarse a la demanda específica de grupos de consumidores, incluso amplios.
Esta adecuación a las exigencias del mercado se consigue combinando aceites de varias procedencias para atender no sólo a la demanda organoléptica, sino también para conseguir el precio idóneo.
No existen en esta materia tratados que expliquen en términos operativos cómo se han de realizar las operaciones de combinación de aceites de varias procedencias (mezcla), con objeto de encontrar respuestas específicas, ni se dispone de investigaciones sobre este tema.
La industria trabaja en este campo por medio de operadores especializados que, atendiendo a los dos requisitos antes mencionados (precio/características), combinan dos o más procedencias, en las proporciones deseadas.
En este ámbito, la figura del catador y sus formas de actuar ofrecen aspectos que nada tienen que ver con los ensayos analíticos de identificación de la pertenencia, desde el punto de vista de los caracteres organolépticos, a una categoría de producto determinada.
La operación de mezcla es, por tanto, un arte aún no codificado que debe tener además en cuenta un tercer factor: las características peculiares del año de producción, y que ha de trabajar en consecuencia con materias primas de procedencia dispar, si bien dentro de ciertos límites.
El trabajo así realizado da lugar generalmente a la aceptación por el grupo de consumidores al que se destina el producto, pero, al no ser conocidos los principios científicos en que se basan las posibles interacciones entre los componentes del aroma, no está exento de peligros, que pueden ir desde el enmascaramiento del complejo gustativo hasta la disminución de la resistencia del producto a las diversas agresiones ambientales.

EL ENVASADO Y SUS PROBLEMAS

La subdivisión de la producción de un aceite virgen en mezclas aptas para el consumo es una operación problemática, sobre todo cuando se pretenda una conservación a largo plazo que debe alcanzar, por lo menos, el plazo de un año de producción.
Los aceites, sobre todo los de oliva vírgenes, son muy sensibles a los agentes exteriores, como ya se ha indicado en el apartado Reacciones de la glicerina (pág. 261) y, en particular, a las radiaciones ultravioleta, que inducen toda clase de transformaciones degenerativas, incluso la de degradación de la clorofila que da lugar a cambios de color del producto.
Por lo tanto, la primera precaución consiste en protegerlos contra estos efectos, actuando sobre el tipo de contenedores y sobre el envasado.
En general, las partidas pequeñas se envasan en botellas de vidrio, por lo que se debe atender especialmente a la permeabilidad a la luz y, en caso de que no

Distintos tipos de envase.

se desee considerar esta calidad del vidrio, habrá que recurrir a pantallas protectoras, tales como cajas no transparentes.
Otro aspecto poco considerado es la solubilidad del oxígeno atmosférico en el aceite (Fedeli, 1975 a, b); teniendo en cuenta que la solubilidad es de 35 ppm y que es independiente de la presencia de otros gases (por ejemplo, nitrógeno), el envasado debe proyectarse de modo que se quede lejos del límite de saturación, atendiendo sobre todo a los trasvases, que representan el momento crítico de la mezcla con el aire.
La cantidad absoluta de oxígeno en el envase es un factor decisivo para la conservación, ya que representa la expresión mayor, en términos cuantitativos, en relación con la eventual cámara de aire que existe entre el cierre (que se supone hermético) y la superficie del líquido.

EXTRACCIÓN DEL ACEITE DE ORUJO

Terminadas las operaciones de extracción mecánica del aceite, en la parte sólida (piel + hueso + pulpa) queda cierta cantidad de aceite y de alpechín.
Aunque los distintos sistemas mecánicos y los eventuales recursos técnicos que se adopten produzcan diferentes concentraciones de aceite residual en el orujo, desde el punto de vista económico se considera generalmente conveniente su recuperación. Esta necesidad va unida a los aspectos ecológicos inherentes a la presencia del residuo y a su evidente descomposición con el tiempo.
Si bien en el momento actual no se han identificado diversos caminos para utilizar los orujos, en general, la solución del problema va unida a la extracción del aceite contenido, actuando sobre el orujo con un disolvente, una vez desecada la masa.
Aunque en los distintos períodos históricos se han propuesto (y utilizado) diversos disolventes (sulfuro de carbono, trielina, alcoholes), en la actualidad se trabaja en casi todas las instalaciones con hexano, por una serie de razones técnicas, económicas y cualitativas.
En efecto, en comparación con cualquiera de los demás disolventes propuestos el hexano tiene, por su apolaridad, una selectividad que permite extraer sobre todo el material lipídico, dejando en el orujo tratado la mayor parte de los componentes poco afines a los lípidos.
Por estar muy húmedo, cargado de enzimas y muy subdividido, el orujo es el lugar ideal para que se verifiquen fenómenos de hidrólisis y de oxidación si no se procede a tiempo a la desecación, por lo menos, y a la extracción.
Por esta razón, los aceites de orujo suelen estar cargados de oxiácidos y tienen una acidez muy elevada que puede hacer difícil el refinado que, por otra parte, es siempre necesario.

CARACTERÍSTICAS DE LOS ORUJOS

Los orujos contienen, por término medio, un 5-8 % de aceite residual y un 25-55 % de agua, estando constituido el resto por materia sólida; se da como ejemplo la composición media, en seco, del orujo fresco (A) y del exhausto (B) (Carola, 1964; Carola, 1975; Bernardini, 1987):

	A	B
ACEITE	6 - 9	0,1 - 0,3
HUESO	42 - 54	9 - 11
PIEL	10 - 11	20 - 22
PULPA	21 - 33	10 - 15

La composición por clases del orujo exhausto es la siguiente:

LÍPIDOS	0,1 - 0,5
PROTEÍNAS	5 - 12
EXTRACTIVOS NO NITROGENADOS	87 - 80
CENIZAS	5 - 8

TECNOLOGÍA DE LA EXTRACCIÓN

Los orujos húmedos procedentes de la almazara se llevan, mediante un sistema de cintas transportadoras, a las instalaciones de desecación (en general, hornos rotatorios), en las que el aire caliente se obtiene, en ocasiones, quemando el orujo exhausto.

Unos sistemas de ciclones y de filtros para retención de arrastres filtran el aire de salida.

El sólido desecado (5-8 % de humedad residual) se envía a los extractores, que son básicamente de dos tipos: semicontinuos o continuos. En los primeros, el orujo se deposita en una serie de cilindros para formar un lecho filtrante irrigado por el disolvente, efectuándose la carga por una boca (figura 9).

En general, el número de cilindros extractores es superior a cuatro, de los cuales uno está en carga, otro en descarga y los otros dos en fase de trabajo.

En el que está en descarga, se realiza una operación de purga del disolvente, que se destila con vapor, y después se procede a la descarga automática.

La solución disolvente/aceite se envía a destilación para recuperar por separado el aceite y el disolvente, que vuelve al círculo.

Un sistema de cuatro extractores manipula unas 10 toneladas/día de orujo.

Se ha propuesto asimismo el empleo de extractores continuos de cangilones y de percolación, análogos a los utilizados para extraer el aceite de semillas, aunque son más costosos desde el punto de vista de la inversión (Carola, 1964; Carola, 1985; Bernardini, 1987; Kiritsakis, 1991).

CARACTERÍSTICAS DEL ACEITE DE ORUJO

En general, el aceite de orujo se presenta con una intensa coloración verde y un olor característico.

Desde el punto de vista químico, es bastante similar al aceite de oliva en cuanto a composición acídica, mayor carga de insaponificables (alrededor del 3 %, según los sistemas de extracción) y de ácidos grasos libres, en función de la permanencia antes de la extracción (Fedeli, 1977).

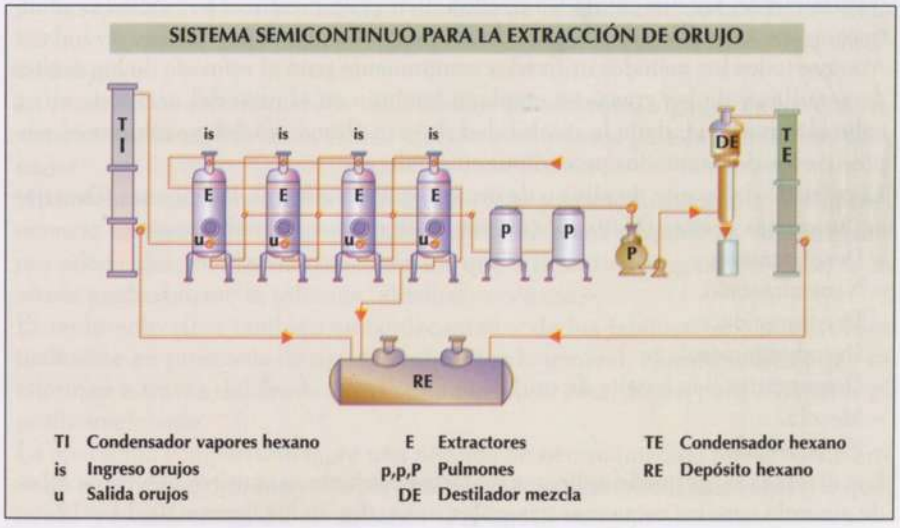


FIGURA 9. Sistema semicontinuo para la extracción de orujo.

FIGURA 10. Esquema de refinación clásica del aceite lampante.

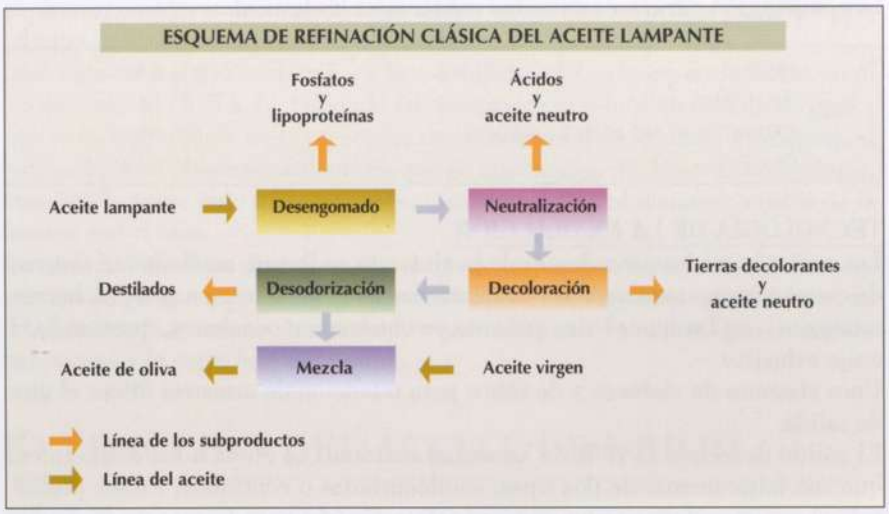


FIGURA 11. Esquema de refinación física.

FIGURA 12. Esquema de refinación física del aceite de orujo.

SUBPRODUCTOS Y SU UTILIZACIÓN

Aparte del aceite, utilizado como producto alimenticio, cuya refinación se explicará más adelante, el orujo exhausto es otro subproducto utilizable. Su poder calorífico es de 3.500 kcal/kg y, como combustible, se emplea para suministrar energía al sector oleícola o a otros sectores.

Con la separación de las partes leñosas (derivadas del hueso) del resto (pulpa y piel) se puede aumentar el contenido de proteínas hasta un máximo del 15-18 %, y por tanto, utilizar el remanente, una vez pelletizado, como alimento para animales, mezclado con otros componentes.

Análogamente, la fracción no proteíca que contiene componentes de posible interés industrial puede ser extraída con disolventes polares e hidrolizada después para dar ácidos grasos polifuncionales y pectinas (Lanzani, 1985; Bondioli, 1989).

MÉTODOS DE REFINADO

Los aceites vírgenes no aptos para el consumo a causa de su acidez o de sus características organolépticas, así como el aceite de orujo, son los productos básicos para la obtención de dos productos refinados distintos que, una vez mezclados con aceite virgen, se destinan a la alimentación con las denominaciones de «aceite de oliva» y «aceite de orujo y oliva».

Naturalmente, las dos calidades pueden distinguirse entre sí por métodos analíticos, como se explica en el apartado Métodos analíticos (pág. 284).

Aunque todos los métodos utilizados comúnmente para el refinado de los aceites de semillas y de las grasas se emplean también en el caso del aceite de oliva, cabe observar que, dada la estabilidad de este último, no debe excluirse el empleo de los denominados procedimientos físicos.

El refinado del aceite de oliva o de orujo sigue, en general, las mismas fases que en los demás aceites (Mattil, 1962), según se expone a continuación:

- Desengomado.
- Neutralización.
- Decoloración.
- Desodorización.
- Demargarización (aceite de orujo).
- Mezcla.
- Embotellado.

Las diversas fases puede aplicarse de forma conjunta, o omitirse alguna de ellas, de acuerdo con los esquemas generales indicados en las figuras 10, 11 y 12.

Es evidente que en el refinado de los aceites lampantes se pierden las características específicas del aceite virgen, tanto en lo que respecta al aroma como a algunas fracciones antioxidantes, aunque se restablecen parcialmente mediante la adición de aceite virgen.

DESENGOMADO

El desengomado es la separación de las impurezas hidratables (Segers, 1989; Strecker, 1986; Karleskind, 1992), generalmente mediante el empleo de ácidos orgánicos o minerales; en el aceite de oliva, esta operación es diferente, químicamente, de las que se realizan con los aceites de semillas, dada la reducida cantidad de fosfolípidos y de sustancias hidratables (lipoproteínas) presentes.
Esta fase se realiza en general de modo discontinuo, agregando bajo agitación lenta la solución del ácido elegido, preferentemente en forma concentrada, y agitando hasta conseguir que se mezclen íntimamente.
Siguen después la adición de agua, la separación del sedimento de impurezas, que en su caso se centrifugan para reducir las pérdidas de aceite.
Por último se lava con agua para eliminar por completo cualquier residuo del reactivo.
También se puede trabajar de modo continuo, en combinación con la neutralización o, si se procede al refinado físico, en combinación con la decoloración.

DESACIDIFICACIÓN CLÁSICA CON ÁLCALIS

Conceptualmente, es el proceso más antiguo utilizado, para el refinado de cualquier aceite o grasa (Mattil, 1962), pero también aquel en el que se han producido más cambios para adaptarlo a las necesidades actuales (Karleskind, 1992; Linneman, 1986; Hendrix, 1989).
Puede usarse en combinación con el desencerado o bien, realizarse junto con el desengomado.
El concepto químico básico es sencillo y consiste en la salificación de la acidez orgánica libre, en general, con álcalis fuertes (sosa cáustica), con la concentración adecuada, según el tipo y la calidad del aceite y en cantidad algo superior al estequiométrico.
La reacción es la siguiente:

$$RCOOH + NaOH \longrightarrow RCOONa + H_2O$$

La formación del jabón hace insolubles en el aceite a los ácidos libres, causando la separación de su estrato si en el curso de la operación no han intervenido hechos de emulsionamiento, siempre posibles dada la naturaleza de tensioactivo del jabón.
La reacción va acompañada de unos hechos secundarios, algunos de los cuales, como se verá más adelante, tienen efectos beneficiosos para la calidad del refinado.
Históricamente, la neutralización nació como proceso discontinuo, y con frecuencia se sigue realizando así, utilizando recipientes cilíndricos, de dimensiones adecuadas, con fondo cónico, en los que a la masa, en agitación lenta, se le añade gradualmente la solución alcalina necesaria.
El recipiente sirve también como decantador de los jabones formados, (eventualmente en presencia de un electrolito, por lo general, cloruro sódico), que se eliminan a través del fondo y, eventualmente, se centrifugan para recuperar el aceite englobado.
La operación comporta siempre una pérdida de neutro (medido por el coeficiente de neutralización), bien sea por razones mecánicas (emulsionamiento) o químicas (saponificación del álcali sobre el neutro).

FIGURA 13. Instalación de una refinadora discontinua.

En el mismo lugar se efectúa el lavado, que puede utilizar agua desionizada o una combinación de soluciones de sal común y, alternativamente (y por último), agua. En general, las pastas obtenidas se separan con ácidos minerales y se recuperan (oleínas) para aplicaciones industriales.

Las reacciones secundarias son:

- Precipitación de los metales pesados como hidratos, positiva puesto que son catalizadores de la autooxidación.
- Destrucción parcial de los peróxidos, positiva porque restablece las condiciones originarias.
- Eliminación de sustancias oxidadas de carácter ácido, positiva por las mismas razones.
- Eliminación parcial de los tocoferoles, negativa porque disminuye el patrimonio antioxidante.
- Destrucción de antioxidantes y de otras moléculas lábiles, negativa por las mismas razones citadas, y en parte positiva porque elimina algunos productos de oxidación.
- Pérdida de los aromas de carácter ácido, con eliminación también de sensaciones organolépticas impropias, debidas a moléculas ácidas.

Se trabaja generalmente a temperatura moderada, comprendida entre 80 y 100 °C, con concentraciones y cantidades de sosa proporcionales a la acidez del aceite. Para evitar pérdidas, se puede recurrir a la centrifugación después de la neutralización, que puede abarcar tanto a la parte decantada (jabones más aceite neutro) como a toda la masa. En general esta operación suele considerarse costosa y aplicable tan sólo en casos particulares.

El proceso descrito en la figura 13 es el clásico de neutralización discontinua, empleado todavía por muchos operarios, sobre todo cuando la acidez es relativamente moderada, aunque puede utilizarse también en continuo en instalaciones que utilicen centrifugadoras alimentadas por mezcladoras que, a su vez, son alimentadas por bombas dosificadoras, para que las proporciones de solución neutralizadora y de aceite a neutralizar sean las debidas (figura 14).

La separación de las pastas jabonosas y el lavado del aceite se efectúa en continuo.

De este proceso existen numerosas variantes debidas a innovaciones aportadas por distintos constructores (Hendrix, 1989; Gadomski, 1986; Smallwood, 1986; Eaton, 1986).

Algunas de estas variantes comprenden la combinación de la fase de neutralización con el desengomado y prevén también la fase de desecación como preparación para la decoloración.

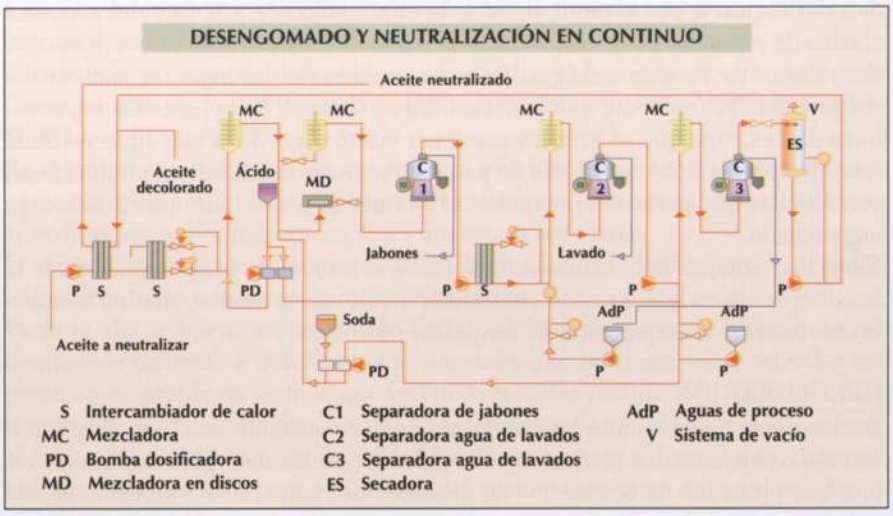


FIGURA 14. Desengomado y neutralización en continuo.

Una tecnología de neutralización que presenta cierto interés combina el tratamiento con álcalis y un enfriamiento, a fin de que las ceras sean englobadas en los jabones formados y, por lo tanto, separadas.

Cuando la acidez es muy elevada, como ocurre en los aceites de orujo, se ha proyectado y utilizado un esquema de instalación basado en el empleo de dos disolventes que no pueden mezclarse entre sí (por ejemplo, isopropanol o acetona y hexano), de los cuales el más polar actúa como disolvente de la sosa antes y después de la neutralización de los jabones, mientras que el apolar disuelve el aceite, primero ácido y después neutro. La separación de las fases se realiza mediante sistemas de decantación que prevén también el lavado de las dos soluciones con el otro disolvente; de esta manera, se agotan los jabones de la fase neutra y se recupera el aceite de la fase que contiene los jabones.

Se han utilizado esquemas de instalación basados en este principio cuando los costes energéticos eran bajos, ya que tanto la recuperación por destilación del disolvente de la fracción neutra como la recuperación del disolvente polar, después de la separación de la fase jabonosa y de la rectificación del disolvente para eliminar el agua formada en la reacción de saponificación y en la separación son operaciones muy costosas desde el punto de vista energético.

REFINADO FÍSICO

Como se ha indicado, la naturaleza química del aceite de oliva lo hace adecuado para el refinado físico, entendido como eliminación de las sustancias volátiles en condiciones de temperatura y de presión residual que permitan también la eliminación de los ácidos grasos libres (Stage, 1986; Martínez Suárez, 1986).

El proceso es fundamentalmente físico, aplicable también cuando la acidez es elevada, y debe ir precedido de una depuración del aceite consistente en el desengomado, ya mencionado, y de la decoloración, que se expone más adelante. Estas operaciones previas son indispensables para eliminar las sustancias que pudieran alterar permanentemente el color y el gusto del aceite refinado.

El esquema operativo se describe en las figuras 11 y 12.

Las condiciones en que se realiza el proceso dependen esencialmente de tres variables: la temperatura, la presión y el tiempo de permanencia en la instalación. Cuanto menor sea la presión residual (generalmente entre 2 y 5 mm Hg), más baja podrá ser la temperatura de régimen (entre 230 y 280 °C) y menor el tiempo de permanencia, que estará en función del diseño de la instalación.

Dadas las condiciones de trabajo, es obvio que se destilan junto con los ácidos grasos un gran número de sustancias, entre ellas las de naturaleza volátil generadas por la autooxidación, por lo que la operación se configura también como

desodorización y, por lo tanto, permite la eliminación de una fase del esquema clásico de refinado.

Por razones de economía de gestión, pero también por los aspectos cualitativos del producto es frecuente que la desacidificación no se lleve hasta los bajos valores finales, sino que se prefiera mantener cierto nivel de acidez libre residual (por ejemplo, el 2 %) con objeto de proceder a una neutralización química final, con álcalis, que permite aprovechar el quimismo positivo de purificación ya mencionado.

Entre las ventajas de la neutralización física se encuentra la recuperación de la fracción ácida en buenas condiciones de pureza, con lo cual se elimina también la onerosa fase de separación de las pastas jabonosas.

DECOLORACIÓN

Se denomina decoloración la fase del refinado consistente en eliminar, por adsorción o partición, los productos coloreados presentes naturalmente en el aceite o que proceden de fenómenos de degradación, tanto del aceite como de sus colorantes naturales.

Por lo tanto, la naturaleza química de los elementos sometidos a decoloración es muy variada y se distribuye en una gama de polaridades (Maag 1989; Benjamins, 1989; Martínez Suárez, 1986).

Se entiende por adsorción el fenómeno debido a débiles acciones químicas que intervienen entre agentes decolorantes y moléculas, y por partición el fenómeno puramente físico (solubilidad) que interviene entre los mismos sujetos.

Es obvio que los agentes absorbentes son químicamente diferentes de los que realizan la partición.

Así, por ejemplo, son polares la clorofila y sus productos de degradación, las complejas estructuras derivadas de la oxidación y de las reacciones de algunos de los compuestos oxidados; son de naturaleza apolar los carotenos, los hidrocarburos poliinsaturados de distintos tipos, etc.

Para aumentar la eficacia de la operación, puede influirse sobre distintos aspectos, eligiendo según los casos agentes decolorantes (adsorbentes) de naturaleza polar, como las tierras activas (aluminosilicatos activados con ácidos, sílices sintéticas), o apolares (en general, carbón activo), para eliminar los compuestos polares o apolares respectivamente.

En general, se utilizan decolorantes del primer tipo, mezclados a veces con los del segundo (carbones).

La operación es bastante complicada y costosa, dada la necesidad de recuperar el aceite absorbido por las tierras (por medio de extracciones con disolventes) y considerando los posibles problemas de contaminación ambiental derivados de los residuos sólidos de la operación. Por esta razón, el enfoque tecnológico se ha centrado en la búsqueda de decolorantes muy eficaces, que absorban cantidades mínimas de aceite; en este sentido, se ha recurrido, por ejemplo, a sílices sintéticas mezcladas con las aluminosilicatadas.

Las instalaciones para la decoloración, en otras épocas bastante sencillas, se han ido complicando para transformarse en continuas y satisfacer las exigencias ya señaladas (figura 15).

En la práctica, la operación consiste en la desecación del aceite, seguida del mezclado con el agente decolorante que, a su vez, ha sido deshidratado; al cabo de un breve tiempo de contacto (15-20') se procede a la filtración, seguida de la eventual recuperación del aceite retenido.

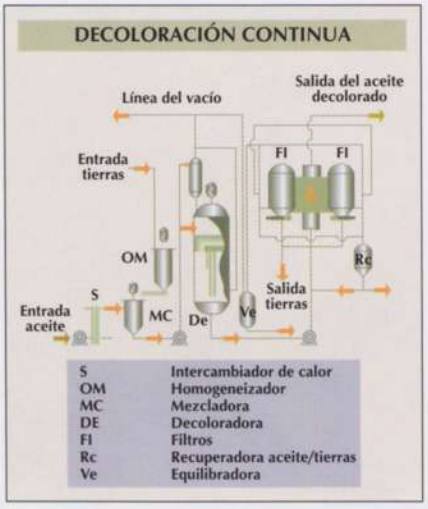


FIGURA 15. Decoloración continua.

DESODORIZACIÓN

Algunos aspectos de esta fase del refinado se han considerado en el apartado de la neutralización física, que se basa en principios análogos y se ha desarrollado prácticamente a partir de la técnica de la desodorización.

Esta última consiste en la eliminación del aceite de toda sustancia olorosa que lo haga desagradable al paladar.
Técnicamente se puede definir como una destilación en corriente de vapor realizada en alto vacío (2-10 mm Hg). (Loft, 1986; Stage, 1986; Martínez Suárez, 1986).
La introducción del vapor de agua a baja presión es indispensable para compensar la escasa volatilidad de los compuestos que se han de eliminar, cuya tensión de vapor, sobre todo en las fases finales, es muy baja.
La desodorización nació como operación discontinua y se ha convertido después en semicontinua y luego en continua (figura 16).
Dada la alta temperatura requerida (220-280 °C), que varía en función de los tiempos de contacto y del diseño de la instalación, la transmisión del calor representa un problema técnico que se puede resolver recurriendo a fluidos adiatérmicos si se quieren evitar las altas presiones que a veces son necesarias con el vapor. Recientemente se ha preferido recurrir a este último fluido, más por razones de seguridad, para evitar posibles contaminaciones del producto final, que por razones técnicas o económicas.
La operación es sólo aparentemente física, ya que presenta también aspectos químicos; por ejemplo, el vapor de codestilación puede iniciar reacciones de hidrólisis que disminuyen los rendimientos. Pueden producirse, además, reacciones de isomerización a causa de los ácidos grasos o de alguno de los componentes menores.
A la temperatura de desodorización, muchos productos lábiles, como los hidroperóxidos, se escinden en productos volátiles, eliminados por destilación, y el aceite, a la salida del desodorizador, está exento de peróxidos y prácticamente libre de oxígeno.

FIGURA 16. Desodorizador continuo.

DESCERACIÓN

A temperaturas inferiores a 15 °C, los aceites de oliva depositan una capa sólida formada preferentemente por glicéridos. En los aceites de orujo, esta capa contiene importantes cantidades de ésteres de los ácidos grasos que componen el aceite de oliva con alcoholes de cadena larga (Tirtiaux, 1986; Martínez Suárez, 1986).
Son éstas las ceras propiamente dichas, objetivo de la operación de desceración.
Dicha operación puede realizarse de varios modos, según la concentración y el resultado que se pretenda conseguir.
La tecnología más depurada, que permite la eliminación más exhaustiva, es indudablemente el enfriamiento de soluciones del aceite en un disolvente orgánico (hexano, acetona, etc.), según el esquema de la figura 17.
Los datos técnicos de la operación se refieren a una temperatura de 4 °C y a una relación aceite/disolvente 40/60; los rendimientos varían según la materia prima y su capacidad para formar agregados cristalinos que filtren bien.

CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS Y MEZCLA

A los aceites de oliva refinados, así como a los de orujo, se suele añadir aceite virgen con una doble finalidad: restablecer la propiedad de resistencia a la autooxidación y restituir al aceite las características organolépticas perdidas en el refinado.
La calidad y cantidad del aceite virgen agregado son determinantes para dar características específicas a los productos, en función de las políticas de mercadotecnia practicadas y del tipo de clientela al que se destine el aceite.
Para la mezcla se dispone además, siempre refiriéndose al aceite virgen, de una gama de alternativas que permiten graduar las propiedades de resistencia a la oxidación, y el gusto, como ya se ha indicado.

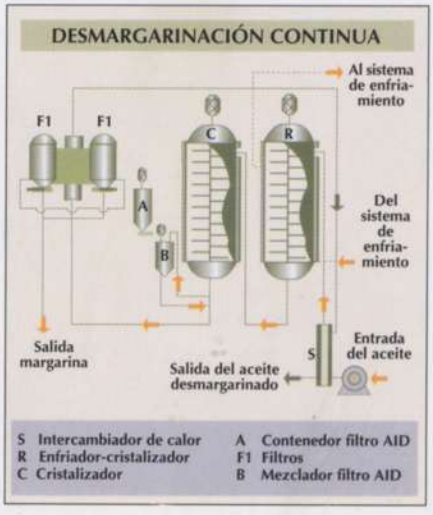


FIGURA 17. Sistema de desmargarinación continua.

SUBPRODUCTOS Y SU EMPLEO

No ha habido nunca margen para una política organizada de utilización de los subproductos del refinado, por lo que se les ha dado aplicaciones muy dispares, según la demanda del momento (Fedeli, 1983).

El primer subproducto del refinado son las gomas, cuya única aplicación es como materia saponificable junto con otros residuos grasos.

Se obtienen cantidades elevadas de jabones en la operación de neutralización, cuando ésta se realiza con álcalis, y de ácidos grasos destilados del refinado físico.

Los primeros pueden utilizarse para la fabricación de jabones comerciales o, después de un tratamiento ácido, para obtener las llamadas oleínas, mezclas de grasas neutras y de ácidos libres (con una relación media de 35-65).

Éstas son la base para la producción del llamado ácido oleico comercial, utilizado para varios productos industriales y, en forma salificada, como emulsionante en las polimerizaciones para obtener látex.

Una aplicación análoga es la reservada a los ácidos del refinado físico que generalmente tienen, ya en origen, un alto contenido (92-95 %) de ácidos libres.

Las tierras grasas de la decoloración son un residuo poco solicitado, pese a que su contenido de aceite puede ser elevado (30 %); pequeñas empresas especializadas extraen la materia grasa mediante disolventes para producir aceites de uso industrial.

Es interesante la composición de los destilados de la desodorización: ácidos libres (30 %), glicéridos y glicéridos parciales (10 %), ésteres etílicos y metílicos de los ácidos grasos (30 %), hidrocarburos, entre ellos el escualeno (20 %), alcoholes y esteroles (10 %); esta composición es aproximada y varía en función de la materia prima utilizada en el refinado.

En general, las ceras, a pesar de su uso potencial en varias ramas de la industria, sólo han tenido un empleo esporádico y, a lo más, se agregan a las oleínas.

MÉTODOS ANALÍTICOS

Como ya se ha señalado, los métodos analíticos utilizados en este sector atienden fundamentalmente a dos aspectos: la determinación de la genuinidad y de la calidad.

A este último grupo pertenecen los métodos encaminados a clasificar un producto en la categoría precisa que le corresponde.

En la base de este imponente trabajo de definición está el convenio que renueva periódicamente el Consejo Oleícola Internacional, organización a la que pertenece el 96 % de los países productores.

La clasificación actual de los aceites de oliva abarca las siguientes clases comerciales (Norma de 1993):

- Aceite de oliva virgen extra (AOVE).
- Aceite de oliva virgen (AOV).
- Aceite de oliva virgen corriente (AOVC).
- Aceite de oliva virgen lampante (AOVL).
- Aceite de oliva refinado (AOR).
- Aceite de oliva (AO).
- Aceite de orujo de oliva bruto (AOOB).
- Aceite de orujo de oliva refinado (AOOR).
- Aceite de orujo de oliva (AOO).

En lo sucesivo se utilizarán las siglas entre paréntesis en lugar de las denominaciones 1 a 9.

Las características químicas y físicas de las categorías citadas son las indicadas en los cuadros 8 (y 2, 3) y 9 (y 2, 3).

CUADRO 8
CARACTERÍSTICAS DE CALIDAD

	A Acidez	B K232	C K270	D K270+	E Delta K	F Panel	G T. N. Perox
1. AOVE	M 1,0	M 2,4	M 0,20	M 0,10	M 0,01	> 6,5	M 20
2 AOV	M 2,0	M 2,6	M 0,25	M 0,10	M 0,01	> 5,5	M 20
3. AOVC	M 3,3	M 2,6	M 0,25	M 0,11	M 0,01	>3,5	M 20
4. AOVL	> 3,3		> 0,25	M 0,11		>3,5	>20
5. AOR	M 0,5	M 3,4	M 1,20		M 0,16		M 20
6. AO	M 1,5	M 3,4	M 1,00		M 0,13		M 20
7. AOOB	m 2,0						
8. AOOR	M 0,5	M 5,5	M 2,50		M 0,25		M 20
9. AOO	M 1,5	M 5,5	M 2,00		M 0,20		M 15

M = Máximo; m = Mínimo

CUADRO 9
CARACTERÍSTICAS DE CALIDAD

	H Alcoholes Alifáticos	I ac. Satur. en pos. 2	L Eritrodiol + UVAOL	M Esteroles Totales (mg/kg)
1. AOVE	M 300	M 1,3	M 4,5	m 1000
2. AOV	M 300	M 1,3	M 4,5	m 1000
3. AOV	M 300	M 1,3	M 4,5	m 1000
4. AOVL	M 400	M 1,3	M 4,5	m 1000
5. AOR	M 350	M 1,5	M 4,5	m 1000
6. AO	M 350	M 1,5	M 4,5	m 1000
7. AOOB		M 1,8	m 12	m 2500
8. AOOR		M 2,0	m 12	m 1800
9. AOO		M 2,0	> 4,5	m 1800

M = Máximo; m = Mínimo

Los métodos analíticos utilizados para la determinación de las distintas características se detallan en las publicaciones del COI y en el Diario Oficial de las Comunidades Europeas y forman parte, además, de las legislaciones de los distintos países productores.

Aunque los datos de los cuadros 8 (y 2, 3) y 9 (y 2, 3) corresponden a características peculiares e inseparables de las distintas categorías de productos, pueden distinguirse en ellas algunas que se refieren típicamente a la calidad y a la ausencia de mezclas con aceites de oliva de categorías diferentes (cuadro 8 [y 2, 3]) y otras que tratan más específicamente de determinar el carácter genuino, es decir, la ausencia de mezclas con aceites obtenidos de otras especies botánicas o con sustancias orgánicas solubles en la fase lipídica (cuadro 10). Todos los métodos y, por tanto, los valores límite relativos a prácticas tecnológicas encaminadas a borrar la procedencia del aceite mezclado, se incluyen en el primero o en el segundo criterio en función del material de partida.

CUADRO 10
CARACTERÍSTICAS DE GENUINIDAD, ESTEROLES

	M Colesterol %	O Brassicasterol %	P Campesterol %	Q Estigmasterol %	R Beta-sitosterol %	S delta7-stigmasterol %
1. AOVE	M 0,5	M 0,2	M 4,0	< CAMPEST	m 93,0	M 0,5
2 AOV	M 0,5	M 0,2	M 4,0	< CAMPEST	m 93,0	M 0,5
3. AOVC	M 0,5	M 0,2	M 4,0	< CAMPEST	m 93,0	M 0,5
4. AOVL	M 0,5	M 0,2	M 4,0		m 93,0	M 0,5
5. AOR	M 0,5	M 0,2	M 4,0	< CAMPEST	m 93,0	M 0,5
6. AO	M 0,5	M 0,2	M 4,0	< CAMPEST	m 93,0	M 0,5
7. AOOB	M 0,5	M 0,2	M 4,0		m 93,0	M 0,5
8. AOOR	M 0,5	M 0,2	M 4,0	< CAMPEST	m 93,0	M 0,5
9. AOO	M 0,5	M 0,2	M 4,0	< CAMPEST	m 93,0	M 0,5

M = Máximo; m = Mínimo

CONTROLES DE CALIDAD

Son aquellos métodos analíticos e indicaciones de límites que se emplean para:
- Clasificar el aceite en la categoría que le corresponde.
- Identificar las mezclas con aceites de oliva de otras categorías.
- Identificar las mezclas de aceites que no sean de oliva y las prácticas tecnológicas encaminadas a enmascararlas.

En el cuadro 8 se recogen los datos de acidez, básicos para definir la categoría correspondiente; las características espectrofotométricas, que, aparte de esa función, ponen de manifiesto fenómenos oxidativos de alguna entidad, y posibles mezclas con otros aceites de oliva, tanto refinados como sometidos a tratamientos que alteren tales características; K 270* es la medida referida a aceites tratados con alúmina para separar los fenómenos oxidativos de los otros.

F corresponde a la evaluación de las características organolépticas por un panel de cata.

El índice de peróxidos permite valorar, con una cierta fiabilidad, las alteraciones oxidativas.

Los límites del cuadro 9 tratan de detectar específicamente posibles adulteraciones; el límite de concentración de alcoholes lineales se ha fijado en los valores indicados para prevenir la adición de aceite de orujo, tanto al virgen como al refinado.

Más idónea para este objeto es la medida de la concentración de cera, otro componente específico, junto con el eritrodiol y el uvaol, del aceite de extracción con disolvente.

Tanto la determinación de los alcoholes como la de las ceras resulta útil cuando los dos componentes triterpénicos que señalan al aceite de orujo han sido destruidos por oxidación química.

La medida de los esteroles totales permite identificar las adulteraciones dirigidas a eliminar, hasta donde sea posible, la fracción insaponificable y, sobre todo, la esterólica, mediante el empleo de artificios tecnológicos hasta el punto de que sea imposible reconocer el adulterante.

Si éste es un aceite de orujo, no se puede hablar de alteraciones de la genuinidad, sino de la calidad.

La esterificación de las oleínas procedentes del refinado de los aceites de oliva se ha utilizado mucho como tecnología de recuperación y de adulteración; además de los ácidos grasos específicos, se han utilizado mezclas diversas, simulando la composición acídica del aceite de oliva.

CUADRO 11
OTRAS CARACTERÍSTICAS

	Índice Saponificable mgKOH/G	Índice yodo (M. WIJS)	Insaponificable g/Kg	Humedad volátiles %	Impurezas (Hexano) %
1. AOVE	184-196	75-94	> 15,0	M 0,2	M 0,1
2. AOV	184-196	75-94	> 15,0	M 0,2	M 0,1
3. AOVC	184-196	75-94	> 15,0	M 0,2	M 0,1
4. AOVL	184-196	75-94	> 15,0	M 0,3	M 0,2
5. AOR	184-196	75-94	> 15,0	M 0,1	M 0,05
6. AO	184-196	75-94	> 15,0	M 0,1	M 0,05
7. AOOB	182-193	75-92	> 25,0	M 0,5	
8. AOOR	182-193	75-92	> 25,0	M 0,1	M 0,05
9. AOO	182-193	75-92	> 25,0	M 0,1	M 0,05

Densidad relativa 20C/200, 910-0, 916

Índice de refracción nD 20C, Vírgenes y refinados 1, 4677-1, 4705

Índice de refracción nD 20C, orujo refinado1, 4680-1, 4704

M = Máximo

Esta práctica, hace tiempo prohibida, puede reconocerse cuando se emplea con fines de adulteración mediante la determinación del porcentaje de ácidos grasos saturados en la posición 2 del glicérido. En efecto, es sabido que los glicéridos se forman en la naturaleza según la ley 1,3-random-2-random, de acuerdo con la cual no hay ácidos saturados en posición 2 como sucede en cambio cuando la esterificación, al redistribuir estadísticamente los ácidos en las 3 posiciones de la glicerina, induce una concentración del orden del 16 % de saturados en posición 2.

Por último, los datos del cuadro 11 son, en gran parte, indicaciones históricas que ya no se utilizan con fines analíticos, aunque algunos de ellos conservan un valor comercial, sobre todo en las contrataciones.

CONTROLES DE LA GENUINIDAD

Algunas de las determinaciones descritas (I,M) permiten controlar también la genuinidad del aceite. A ellas hay que añadir los límites de los métodos analíticos incluidos en los cuadros 10 y 12. Son especialmente importantes los límites de la composición esterólica, ya que la composición de esta fracción es específica y peculiar del aceite de oliva por el alto contenido de b-sitosterol y por la ausencia de esteroles que llevan enlaces en delta-7 (anillo b de la estructura de los esteroles).

En realidad, el b-sitosterol es, a su vez, una mezcla de diversos componentes no separables con técnicas convencionales de cromatografía, sino sólo con columnas capilares; sus porcentajes correspondientes se indican en el cuadro 10, junto con otros componentes que este tipo de sistema cromatográfico permite detectar.

El cuadro 12 indica el límite de triolinoleína, fijado para detectar adulteraciones por mezclas con aceites que no sean de oliva; es sabido que la concentración de ácido linoleico del aceite de oliva no permite al producto natural la formación, salvo en pequeñas cantidades, del mencionado glicérido.

En realidad, algunos aceites, como los procedentes de Túnez, particularmente ricos en ese ácido, pueden superar el límite fijado; por esta razón, y porque la mayor parte de los aceites vírgenes tienen valores de trioleína más próximos al cero que al límite establecido, se ha propuesto una comparación entre el valor teórico, que puede obtenerse por medio de un programa de cálculo basado en la

CUADRO 12
CARACTERÍSTICAS DE GENUINIDAD, GLICÉRIDOS Y ÁCIDOS GRASOS

	Trilinoleína	T Mirístico 14:0	U Linoléico 18:3	V Aráquico 20:0	W Eicosenoico 20:1	Z Behénico 22:0	X Y Lignocérico 24:0
	%	%	%	%	%	%	%
1. AOVE	M 0,5	M 0,1	M 0,9	M 0,7	M 0,5	M 0,3	M 0,5
2 AOV	M 0,5	M 0,1	M 0,9	M 0,7	M 0,5	M 0,3	M 0,5
3. AOVC	M 0,5	M 0,1	M 0,9	M 0,7	M 0,5	M 0,3	M 0,5
4. AOVL	M 0,5	M 0,1	M 0,9	M 0,7	M 0,5	M 0,3	M 0,5
5. AOR	M 0,5	M 0,1	M 0,9	M 0,7	M 0,5	M 0,3	M 0,5
6. AO	M 0,5	M 0,1	M 0,9	M 0,7	M 0,5	M 0,3	M 0,5
7. AOOB	M 0,5	M 0,1	M 0,9	M 0,7	M 0,5	M 0,3	M 0,5
8. AOOR	M 0,5	M 0,1	M 0,9	M 0,7	M 0,5	M 0,3	M 0,5
9. AOO	M 0,5	M 0,1	M 0,9	M 0,7	M 0,5	M 0,3	M 0,5

M = Máximo

ley de distribución de los ácidos grasos en los aceites naturales (1,3-random-2-random) y el valor experimental hallado.

El cuadro 12 indica también los límites de los ácidos grasos menores, pero no los intervalos de los mayores componentes, ya que, al ser relativamente amplios, para determinar la genuinidad es más conveniente la comparación de las concentraciones de estos ácidos limitantes.

También en el caso de los ácidos grasos existen diferencias de separación según se adopten columnas GLC convencionales o capilares; los métodos basados en estas últimas permiten determinar y medir las concentraciones de los isómeros (trans, cis/trans, trans/trans, etc.) que se forman por efecto de tratamientos drásticos de los aceites para eliminar la parte insaponificable y, por tanto, permitir adulteraciones con aceites que no sean de oliva.

USOS ALIMENTARIOS

Por sus características organolépticas y por su peculiar composición acídica, el aceite de oliva, en sus distintas categorías de comercialización, se utiliza para las más variadas aplicaciones alimentarias, en diversas condiciones.

Naturalmente, cada categoría alimentaria tiene una aplicación específica, aunque, en último término, se puede utilizar para varios fines.

ACEITES VÍRGENES. USOS EN FRÍO

A temperatura ambiente, el sabor de estos aceites los hace muy adecuados como condimento. Puede utilizarse también para la preparación de salsas, incluso en proporciones reducidas en comparación con otros aceites, para graduar el sabor final.

A partir de una amplia gama de características organolépticas, en función de sus distintas procedencias, se puede graduar su empleo para obtener gustos diferentes o elegir un aroma concreto.

ACEITES VÍRGENES, USOS EN CALIENTE

Por las razones ya enunciadas, estos productos son también muy adecuados para el uso en condimentos preparados a temperaturas próximas al punto de ebullición del agua.

A título de ejemplo, deben mencionarse las salsas utilizadas con este fin en la dieta mediterránea.
En estas preparaciones debe prestarse una atención especial al mantenimiento en la salsa del sabor típico resultante de los componentes aromáticos del aceite, que, como es sabido, son volátiles, sobre todo en corriente de vapor.
En los fritos, el aceite virgen se usa menos, pero también en este caso las preparaciones adquieren fragancias especiales, derivadas de la absorción de los componentes aromáticos en las partes más porosas del producto obtenido.

MEZCLAS DE ACEITES REFINADOS Y VÍRGENES

Bajo este concepto incluimos tanto las mezclas de aceites de oliva como las de aceites de orujo y de oliva. Las primeras tienen, en caliente o en frío, las mismas aplicaciones que los aceites vírgenes a los que se asemejan, aunque el sabor es menos marcado, en función de la cantidad utilizada y de la procedencia del aceite virgen agregado.
Las mezclas de aceites de orujo y de oliva ofrecen las mismas posibilidades que los aceites de oliva, cuya variante menos costosa representan, pero son potencialmente óptimos para freír, dada su estabilidad y su tenue aroma.

LOS ACEITES DE OLIVA EN LA FRITURA

Como es sabido, la cocción a alta temperatura (del orden de 180 °C) de los alimentos es un proceso bastante complicado, a causa de las interacciones que se producen entre el aceite y el aire, que dan lugar a fenómenos de oxidación y entre el medio de cocción y el alimento.
Sobre los primeros aspectos actúa decisivamente la estabilidad de los ácidos grasos que componen el aceite; en teoría, el mejor medio de fritura serían los ácidos grasos completamente saturados, pero su utilización está obstaculizada por los conocimientos disponibles sobre sus cualidades nutritivas.
Los ácidos grasos deben su estabilidad a la ausencia de centros de insaturación, punto de ataque de los fenómenos de oxidación (Varela, G., 1988). Nutritivamente válidos y algo menos estables, son los ácidos grasos monoinsaturados, como el ácido oleico, que constituye aproximadamente el 75-80 % de los ácidos grasos del aceite de oliva.
Por tanto, desde el punto de vista de la resistencia a la oxidación, este aceite es el más interesante como medio de cocción.
Este aspecto influye también sobre el de las interacciones con el sustrato (el alimento que se cuece), que se pueden clasificar en la forma siguiente:
– Absorción por el producto de la fritura.
– Reacciones de los productos volátiles de degradación con el alimento.
– Reacciones de los productos no volátiles de degradación con el alimento.
Todas estas posibilidades se minimizan cuando se utiliza un aceite estable, como el de oliva, ya que se reduce tanto la degradación, y por consiguiente la posibilidad de que se produzcan las reacciones, como la cantidad de productos de alteración contenidos en el aceite absorbido por el alimento.

ALPECHÍN

Las aceitunas contienen una importante fracción de una solución acuosa de diversas sustancias, que se denomina alpechín o agua de vegetación; al romperse las aceitunas, el alpechín se reparte entre el orujo y el efluente líquido, que en algunas tecnologías de extracción se completa con la adición de agua.
Hasta hace pocos años, las aguas se vertían en el medio ambiente o se utilizaban como fertilizantes. En la actualidad, las disposiciones sobre protección am-

biental tienden a reducir esta práctica, al exigir que se emprendan acciones de depuración para reducir, hasta el nivel de lo admisible, la carga orgánica contaminante.

COMPOSICIÓN DEL ALPECHÍN

Por término medio, el alpechín está formado por 83-96 % de agua, 3,5-15 % de sustancias orgánicas y 0,2-2 % de sales minerales. Las sustancias orgánicas representan un sistema muy complejo, que se indica en el cuadro 13 con referencia al producto seco.

Naturalmente, esta composición está muy simplificada.

CUADRO 13
COMPOSICIÓN MEDIA DEL ALPECHÍN (%)

Azúcares	50
Compuestos nitrogenados	15
Ácidos orgánicos y fenoles	10
Pectinas	10
Materias grasas	7
Polialcoholes	8

TECNOLOGÍAS DE DEPURACIÓN

Aunque esta materia está aún en evolución, se pueden indicar las tendencias que guían a las instalaciones y que se refieren:

- Al embalsamiento que debería llevar a una autodepuración.
- A la fermentación anaerobia, con producción de gas.
- A la ósmosis inversa y la ultrafiltración con separación de algunos productos.
- A la concentración y utilización de los concentrados.
- A la desecación, junto con los orujos que se han de extraer.
- A la inmisión de reactivos, como el ozono, capaces de eliminar algunos grupos de sustancias difícilmente biodegradables.

Algunas de las posibilidades enumeradas puede utilizarse conjuntamente, pero, en último término, no se vislumbran soluciones adecuadas a la capacidad, generalmente reducida, de las almazaras.

SUBPRODUCTOS DE LOS TRATAMIENTOS

De todo lo dicho, parece evidente que, en el momento actual, es difícil indicar auténticos subproductos que permitan recuperar, al menos en parte, los costes de la depuración.

De todos modos, la salida que se puede entrever está en el sector de los piensos, trabajando sobre concentrados o cambiando la filosofía y orientándola hacia la recuperación de algunos componentes de mayor valor añadido.

BIBLIOGRAFÍA

ALBRIGHT, L. F. *Fette, Seifen, Anstrichtmittel* 87, p. 140. 1985.

BERNARDINI, E. «Tutto sulla lavorazione delle olive» SIBE, Roma. 1987.

BERTONI, M. M.; CATTANEO, P., *An. Assoc. quim. Argent.* 47, p. 52. 1959.

BIANCHI, G.; VLAHOV, G. *Fette, Seifen, Anstrichtmittel* 96, p. 72. 1994.

BONDIOLI, P.; LANZANI, A.; FEDELI, E., ET AL. *Rivista Italiana delle Sostanze Grasse* 66, p. 661. 1989.

BONDIOLI, P.; LANZANI, A.; FEDELI, E., *Rivista Italiana delle Sostanze Grasse* 68, 1. 1991.

BORNEFF, J.; FABIAN, B. *Archiv. Hyg. Bacteriol.* 150, p. 485. 1966.

BORNEFF, J.; FABIAN, B. *Archiv. Hyg. Bacteriol.* 152, p. 231. 1968.

BUHLER, M.; WAUDREY, C. *Fette, Seifen, Anstrichtmittel* 89, p. 156. 1987.

BUNYAN, J.; GREEN, J.; MAMALIS P. ET AL., *Nature* 179, p. 418. 1957.

CAGLIOTI L.; CAINELLI, G. *Tetrahedron* 18, p. 1.061. 1962.

CAGLIOTI, L.; CAINELLI, G.; MINUTILLI, F. *Atti Accad. Naz. Lincei* RE 29, p. 544. 1960.

CAMERA, L.; ANGEROSA F. *Rivista Italiana delle Sostanze Grasse* 55, p. 138. 1978.

CAPELLA, P.; FEDELI, E.; CIRIMELE, M. *La chimica e l'industria* p. 1.590. 1967.

CAPELLA, P.; FEDELI, E.; CIRIMELE, M. *Rivista Italiana delle Sostanze Grasse* 40, p. 645. 1963.

CAPELLA, P.; FEDELI, E.; CIRIMELE, M., ET AL. *Rivista Italiana delle Sostanze Grasse* 40, p. 296. 1963.

CAPELLA, P.; FEDELI, E.; CIRIMELE, M., ET AL. *Rivista Italiana delle Sostanze Grasse* 40, p. 603. 1963.

CAPELLA, P.; FEDELI, E.; CIRIMELE, M., ET AL. *Rivista Italiana delle Sostanze Grasse* 40, p. 660. 1963.

CAPELLA, P.; FEDELI, E.; CIRIMELE, M., ET AL. *Rivista Italiana delle Sostanze Grasse* 41, p. 635. 1964.

CAPELLA, P.; FEDELI, E.; CIRIMELE, M., ET AL. *Fette, Seifen, Anstrichtmittel* 66, p. 997. 1964.

CAROLA, C. «Olive oil technology», *Martínez Moreno Ed. FAO*, Roma. 1985.

CAROLA, C.; ARPINO, A.; LANZANI, A. *Rivista Italiana delle Sostanze Grasse* 52, p. 335. 1975.

CAROLA, C.; FEDELI, E.; JACINI, G. *Rivista Italiana delle Sostanze Grasse* 41, p. 343. 1964.

CAROLA, C.; FEDELI, E.; JACINI, G. *Rivista Italiana delle Sostanze Grasse* 41, p. 463. 1964.

CECCHI, G.; CERRATO, R.; UCCIANI, E. *Revue Francaise des Corps Gras* 29, 437. 1982.

CECCHI, G.; CERRATO, R.; UCCIANI, E. *Revue Francaise des Corps Gras* 31, p. 287. 1984.

CECCHI, G.; UCCIANI, E.; ZAHARA, J. P. *Revue Francaise des Corps Gras* 33, p. 431. 1984.

CIUSA, W.; D'ARRIGO, V.; MAINI, F., ET AL. *Rivista Italiana delle Sostanze Grasse* 45, p. 175. 1968.

CIUSA, W.; D'ARRIGO, V.; MARCHESINI, G. *Rivista Italiana delle Sostanze Grasse* 47, p. 114. 1970.

CIUSA, W.; MORGANTE, A. *Igiene Mod.* 73, p. 748. 1980.

CIUSA, W.; MORGANTE, A. *Quad. Merceol.* 13, p. 31. 1974.

CIUSA, W.; NEBBIA, G.; BUCCELLI, A., ET AL. *Rivista Italiana delle Sostanze Grasse* 42, p. 175. 1965.

CORTESI, N.; FEDELI, E. *Rivista Italiana delle Sostanze Grasse* 60, p. 341. 1983.

CORTESI, N.; FEDELI, E.; GASPAROLI, A., ET AL. *Rivista Italiana delle Sostanze Grasse* 54, p. 16. 1977.

CORTESI, N.; FEDELI, E.; TISCORNIA, E. *Rivista Italiana delle Sostanze Grasse* 62, p. 281. 1985.

CORTESI, N.; MARIANI, C.; FEDELI, E. *Rivista Italiana delle Sostanze Grasse* 50, p. 411. 1973.

CORTESI, N.; PONZIANI, A.; FEDELI, E. *Rivista Italiana delle Sostanze Grasse* 58, p. 1.089. 1981.

CORTESI, N.; ROVELLINI, P.; FEDELI, E. *Rivista Italiana delle Sostanze Grasse* 67, p. 127. 1990.

CORTESI, N.; ROVELLINI, P.; FEDELI, E. *Rivista Italiana delle Sostanze Grasse* 67, p. 179. 1990.

CORTESI, N.; ROVELLINI, P.; FEDELI, E. *Rivista Italiana delle Sostanze Grasse* 69, p. 1. 1992.

CORTESI, N.; ROVELLINI, P.; FEDELI, E. *Rivista Italiana delle Sostanze Grasse* 69, p. 73. 1992.

CORTESI, N.; ROVELLINI, P.; FEDELI, E. *Rivista Italiana delle Sostanze Grasse* 69, p. 305. 1992.

CORTESI, N.; ROVELLINI, P.; FEDELI, E. *Rivista Italiana delle Sostanze Grasse* 69, p. 531. 1992.

DI GIOVACCHINO, L. *Olivae* 36, p. 14. 1991.

EATON, J. «World Conference on emerging Technologies», *Baldwin A. R. Editor, Am. oil chemist's Soc.*, p. 253. 1986.

EISNER, J.; IVERSON, J. L.; MOZINGO, H. K.; FIRESTONE, D. J. *Assoc. Off. Agric. Chem.* 48, p. 417. 1965.

FEDELI, E. *Revue Francaise des Corps Gras* 15, p. 281. 1968.

FEDELI, E. *Atti del convegno dell'Associazione Italiana dei produttori di oli e grassi*, Venecia, 6-7 junio. 1991.

FEDELI, E. *Ann. Chim.* 64, p. 213. 1974.

FEDELI, E. «Atti 2do Convegno di spettrometria di massa», 391, *Soc. Chim. Italiana, Ispra, Italia.* 1971.

FEDELI, E. *Prog. Chem. Fats and other lipids* 15, p. 57,. 1977.

FEDELI, E. *Revue Francaise des Corps Gras* 30, p. 51. 1983.

FEDELI, E. *Prog. Chem. Fats and other lipids* 15, p. 57,. 1977.

FEDELI, E. *Revue Francaise des Corps Gras* 30, p. 51. 1983.

FEDELI, E. *Rivista Italiana delle Sostanze Grasse* 70, 81. 1993.

FEDELI, E.; BARONI, D.; JACINI, G. *Rivista Italiana delle Sostanze Grasse* 50, p. 38. 1973.

FEDELI, E.; BRILLO, A. *Rivista Italiana delle Sostanze Grasse* 52, p. 88. 1975.

FEDELI, E.; BRILLO, A. *Rivista Italiana delle Sostanze Grasse* 52, p. 109. 1975.

FEDELI, E.; CAMURATI, F.; CORTESI, N., ET AL. *Rivista Italiana delle Sostanze Grasse* 48, p. 481. 1971.

FEDELI, E.; CAMURATI, F.; CORTESI, N., ET AL. *Rivista Italiana delle Sostanze Grasse* 48, p. 487. 1971.

FEDELI, E.; CAMURATI, F.; CORTESI, N., ET AL. *12th World ISF Congress Paper* 117, septiembre, p. 27. 1974.

FEDELI, E.; CORTESI, N. *Rivista Italiana delle Sostanze Grasse* 70, p. 419. 1993.

FEDELI, E.; CORTESI, N.; JACINI, G. *Rivista Italiana delle Sostanze Grasse* 48, p. 536. 1971.

FEDELI, E.; CORTESI, N.; MARIANI, C. *Rivista Italiana delle Sostanze Grasse* 53, p. 130. 1976.

FEDELI, E.; CORTESI, N.; MARIANI, C., ET AL. *Rivista Italiana delle Sostanze Grasse* 49, p. 105. 1972.

FEDELI, E.; DAGHETTA, A.; CORTESI, N., ET AL. *Rivista Italiana delle Sostanze Grasse* 49, p. 159. 1972.

FEDELI, E.; FAVINI, G. C.; BARONI, D., ET AL. *La chimica e l'industria.* 55, p. 681. 1973.

FEDELI, E.; JACINI, G. *Advances in lipid research* 9, p. 335. 1972.

FEDELI, E.; JACINI, G. *Rivista Italiana delle Sostanze Grasse* 44, p. 393. 1967.

FEDELI, E.; JACINI, G. *Chim. &Ind.* 55, p. 681. 1973.

FEDELI, E.; LANZANI, A.; CAPELLA, P., ET AL. *J. Am. Oil Chemist's Soc.* 43, p. 254. 1966.

FEDELI, E.; LANZANI, A.; CAPELLA, P., ET AL. *J. Lipid Research* 7, p. 437. 1966.

FEDELI, E.; MARIANI, C. *Rivista Italiana delle Sostanze Grasse* 50, p. 164. 1973.

FEDELI, E.; MARIANI, C. *Rivista Italiana delle Sostanze Grasse* 51, p. 129. 1974.

FEDELI, E.; VERRI, V.; JACINI, G. *Rivista Italiana delle Sostanze Grasse* 49, p. 693. 1972.

FIECCHI, A.; CAPELLA, P.; FEDELI, E., ET AL. *Ric. Sci.* 36, p. 1.316. 1966.

FIRESTONE, D. «Official methods and recommended practices of the Am. Oil Chemist's Soc., Champaign». *Il Method* Ch 2-91.

FIRESTONE, D. «Official methods and recommended practices of the Am. Oil Chemist's Soc., Champaign». *Il Method* Ch 3-91.

FIRESTONE, D. «Official methods and recommended practices of the Am. Oil Chemist's Soc., Champaign». *Il Method* Ch 5-91.

FIRESTONE, D. «Official methods and recommended practices of the Am. Oil Chemist's Soc., Champaign». *Il Method Ce* 8-89.

FIRESTONE, D. «Official methods and recommended practices of the Am. Oil Chemist's Soc., Champaign». *Il Method Cc* 9a-48.

FLATH, R. A.; FORREY, R. R.; GUADAGNI, D. G. *J. Agric. Fd. Chem* 21, p. 948. 1973.

FRANKEL, E. N. *J. Am. Oil Chemist's Soc.* 61, p. 1.908. 1984.

FONTANAZZA, G. *Olivicoltura intensiva meccanizzata. Edagricole,* Bolonia. 1993.

FREZZOTTI, G.; MANNI, M. *FAO, Agr. Dev. Paper* nº 58. 1956.

FRIDLEY, R. B.; ADRIAN, P. A. *Fruit and vegetable harvest mechanization. Michigan State Univ.* 1969.

GADOMSKY, R. T. «World Conference on emerging Technologies», *Baldwin A. R. Editor, Am. oil chemist's Soc.*, p. 248. 1986.

GRACIAN, J.; AREVALO, G. *Grasas y Aceites* 16, p. 278. 1965.

GROB, K.; ARTHO, A.; MARIANI, C. *Fat Sci. Technol.* 94, p. 394. 1992.

GUNSTONE, F. D. *J. Am. Oil Chemist's Soc.* 61, p. 441. 1984.

GUNSTONE, F. D. «An introduction to the chemistry and biochemistry of fatty acids and their glycerides» *Chapman&Hall.* Londres, 1967.

GUTH, H.; GROSCH, W. *Fette, Seifen, Anstrichtmittel* 93, p. 335. 1991.

HARTMANN, H. T.; REED, W.; OPITZ, K. W. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 101, p. 278. 1976.

HARTMANN, H. T.; TAMBESI, A.; WHISTLEY, J. *J. Am. Soc. Hort. Sci* 95, p. 635. 1970.

HERTING, O. C.; DRURY, E. *J. Nutr.* 81, p. 335. 1963.

HORWARD, J. W.; TURICCHI, E. V.; WHITE, R. H., ET AL. *J. Am. Official Agricultural Chemists* 49, p. 1.236. 1966.

Intern. Olive Oil Council. IOOC.Doc. T. 15/Nc no. 1/Rev. 6. 1993.

Intern. Olive Oil Council. IOOC. Organoleptic assessment of. 1992.

ITOH, T.; TAMURA, T.; MATSUMOTO, T. *J. Am. Oil Chemist's Soc.* 50, p. 122. 1973.

ITOH, T.; TAMURA, T.; MATSUMOTO, T. *J. Am. Oil Chemist's Soc.* 50, p. 300. 1973.

ITOH, T.; TAMURA, T.; MATSUMOTO, T. *J. Am. Oil Chemist's Soc.* 58, p. 545. 1981.

JACINI, G.; FEDELI, E. *Fette, Seifen, Anstrichtmittel* 77, p. 1. 1975.

JACINI, G.; FEDELI, E.; LANZANI, A. *J. Am. Official Agricultural Chemists* 50, p. 84. 1967.

JACOBONI, T. N. *CNR Quaderno* nº 2. Roma, 1978.

JUNG, L.; MORAND, P. *Comptes Rendues* 254, p. 1.489. 1962.

JUNG, L.; MORAND, P. *Comptes Rendues* 257, p. 1.638. 1963.

JUNG, L.; MORAND, P. *Ann. Fals. Exp. Chim.* 57, p. 17. 1964.

KARLESKIND, A. «Manuel de Corps Gras», *Techniques&Documentation.* 1992.

KIRITSAKIS, A. «Olive oil» *Am. Oil Chemist's Soc Champaign,* Ill. 1991.

KIRITSAKIS, A.; MARKAKIS, P. *J. Food. Agric.* 35, p. 677. 1984.

KOFLER, M. *Helvetica Chimica Acta* 28, p. 26. 1945.

KOFLER, M. *Helvetica Chimica Acta* 30, p. 1.053. 1945.

KOHASHI, M.; FOGLIA, T. A. *J. Am. Oil Chemist's Soc.* 61, p. 1.048. 1984.

KOTAKIS, G. *Revue Francaise des Corps Gras* 14, p. 143. 1967.

LANZANI, A.; BONDIOLI, P.; MARIANI, C. *Rivista Italiana delle Sostanze Grasse* 62, p. 597. 1985.

LANZANI A., BONDIOLI P., FEDELI E., *et al. Rivista Italiana delle Sostanze Grasse* 65, 117. 1985.

LINFIELD, W. M.; BARAUSKAS, R. A.; SIVIERI. ET AL. *J. Am. Oil Chemist's Soc.* 61, p. 191. 1984.

LINNEMAN, P. C. «World Conference on emerging Technologies», *Baldwin A. R. Editor, Am. oil chemist's Soc.*, 118. 1986.

LIPHSCHITZ, N. «Olives in ancient Israel in view of dendroarcheological investigations in M. Heltzer and Eitam», eds., *Olive oil in antiquity, Univ. of Haifa, Israel, Sorgon Publ. Padova,* Italia, 1994.

LUH, B. S.; KEAN, C. E. «Canning fruits», *AVI Publc. Inc. Westport,* Conn. 1975.

LUNDBERG, W. O. «Autoxydation & Antioxydants» *J. Wiley&Sons* N. Y., 1961.

MANCHA, M. *Grasas y Aceites* 25, p. 159. 1974.

MARIANI, C.; FEDELI, E., *Olivae* 45, p. 34. 1993.

MARIANI, C.; FEDELI, E. *Rivista Italiana delle Sostanze Grasse* 59, p. 557. 1982.

MARIANI, C.; FEDELI, E. *Rivista Italiana delle Sostanze Grasse* 62, p. 3. 1985.

MARIANI, C.; FEDELI, E. *Rivista Italiana delle Sostanze Grasse* 62, p. 129. 1985.

MARIANI, C.; FEDELI, E. *Rivista Italiana delle Sostanze Grasse* 66, p. 397. 1989.

MARIANI, C.; FEDELI, E.; GROB, K. *Rivista Italiana delle Sostanze Grasse* 68, p. 233. 1991.

MARIANI, C.; FEDELI, E.; GROB, K.; ARTHO, A. *Rivista Italiana delle Sostanze Grasse* 68, p. 179. 1991.

MARIANI, C.; VENTURINI, S.; BONDIOLI, P., ET AL. *Rivista Italiana delle Sostanze Grasse* 69, p. 393. 1992.

MARIANI, C.; VENTURINI, S.; FEDELI, E. *Rivista Italiana delle Sostanze Grasse* 70, p. 321. 1993.

MARTÍNEZ SUÁREZ, J. M. *FAO, Agr. Dev. Paper Roma*. 1975.

MARTÍNEZ SUÁREZ, J. M.; MENDOZA, J. A. «World Conference on emerging Technologies», *Baldwin A. R. Editor, Am. oil chemist's Soc.*, p. 299. 1986.

MATTIL, K. F.; NORRIS, F. A.; STIRTON, A. J. «Bailey's Industrial Oils Swern D». *Ed. 3d edition, J. Wiley&Sons*. N. Y, 1962.

MORCHIO G., DEANDREIS R., FEDELI E. *Rivista Italiana delle Sostanze Grasse* 64, p. 185. 1987.

MORGANTE, A. *Quad. Merceol.* 13, p. 39. 1974.

NAWAR, W. W. *44th Nat. Meet. AOCS*. 1970.

NAWAR, W. W. *29th Nat. Meet. Inst. Food. Tech*. 1969.

NIELSEN, T. *Fette, Seifen, Anstrichtmittel* 87, p. 15. 1985.

«Norme grassi e derivati. NGD.», *Comm. Tecnica, Staz. Sper. Ed.* 1989

«Norme grassi e derivati. NGD.», *Comm. Tecnica, Staz. Sper. Ed.* 1993

PAGANUZZI, V. *Rivista Italiana delle Sostanze Grasse* 52, 43. 1974.

PAPANASTASIOU, D. P. «Modern Olive Oil Processing», *Spirou & Son Atene*. 1966.

PARISI, I.; DEVITO, G. *Ann. Chim. Appl.* 21, p. 323. 1931.

PEANO, E. *Staz. Sper. Agr. Ital.* 35, p. 66. 1901.

PSYLAKIS, N.; MIKROS, L.; KIRITSAKIS, A. *3rd Int. Congr. Biological Value of olive oil*, Canea. 1980.

PULIDO, J. G.; LÓPEZ, B. A. *Grasas y Aceites* 43, p. 193. 1992.

RAO, Y. R.; PAUTULU, A. J.; LAKSHMINARAYAMA, G. *J. Am. Oil Chemist's Soc.* 66, p. 597. 1989.

Regolamento. CEE. n. 2568/91 G. U. Com. Europee L248

SCURTI, F.; TOMASI, G. *Riv. Soc. Chim.* Italia. 3, p. 358. 1911.

SCURTI, F.; TOMASI, G. *Riv. Soc. Chim.* Italia. 4, p. 370. 1912.

SMALLWOOD, N. J. «World Conference on emerging Technologies», *Baldwin, A. R. Editor, Am. oil chemist's Soc.*, p. 249. 1986.

SNYDER, J. M.; SCHOLFIELD, C. R. *J. Am. Oil Chemist's Soc.* 59, p. 468. 1982.

STAGE, H. A. E. «World Conference on emerging Technologies», *Baldwin A. R. Editor, Am. oil chemist's Soc.*, p. 254. 1986.

STRECKER, L. R.; HASMAN, J. M.; MAZA, A. «World Conference on emerging Technologies», *Baldwin A. R. Editor, Am. oil chemist's Soc.*, p. 51. 1986.

TAUFEL, K.; SERZISKO, R. *Ernhah.* 6, p. 623. 1961.

THIERS, H. *Grasas y Aceites* 10, p. 15. 1959.

THIERS, H.; ZWINGELSTEIN, J., ET AL. *Grasas y Aceites* 10, p. 15. 1959.

TISCORNIA, E.; BERTINI, G. C. *Rivista Italiana delle Sostanze Grasse* 51, p. 333. 1974.

TISCORNIA, E.; FORINA, M.; EVANGELISTI, F. *Rivista Italiana delle Sostanze Grasse* 59, p. 519. 1982.

UCCIANI, E.; CERRATO, R.; CECCHI, G. *Revue Francaise des Corps Gras* 30, p. 271. 1983.

UNI. METODO ITALIANO. 22032 *Rivista Italiana delle Sostanze Grasse* 68, p. 646. 1991.

VARELA, G.; BENDER, A. E.; MORTON, I. D. eds. «Frying of food». *Principles, changes, new approaches*. Chichester, UK. Ellis Horwood Ltd. 1988.

VÁZQUEZ, R.; DELVALLE, A. J.; DELVALLE, J. L. M *Grasas y Aceites* 27, p. 185. 1976.

VIOQUE, E.; MORRIS, L. J. *J. Am. Oil Chemist's Soc.* 38, p. 485. 1961.

VITAGLIANO, M. *Rivista Italiana delle Sostanze Grasse* 37, p. 136. 1960.

VITAGLIANO, M. *Rivista Italiana delle Sostanze Grasse* 38, p. 46. 1961.

VITAGLIANO, M. *Industrie Agrarie UTET*, Torino. 1976.

VITAGLIANO, M.; TURRI, E. *Olearia* 12, p. 145. 1958.

Capítulo 8

PROCESOS DE ELABORACIÓN DE LAS ACEITUNAS DE MESA

Coordinación:
Prof. GEORGES BALATSOURAS
Agricultural University of Athens
Department of Food Science
and Technology
Laboratory of Agricultural Industries
Atenas (Grecia)

Colaboradores:
Dr. ALDO BRIGHIGNA
Accademico Nazionale Dell'Olivo
Esperto in Olive da Mensa
Montesilvano (Pescara) (Italia)

Dr. GEORGES DOUTSIAS
Directeur Général Adjoint
Union Centrale Coopérative des
Producteurs d'Olives et d'Huile d'Olive
Atenas (Grecia)

Dr. ANTONIO GARRIDO FERNÁNDEZ
Jefe U.E. del Instituto de Biotecnología
de alimentos
Consejo Superior de Investigaciones
Científicas
Instituto de la Grasa y sus Derivados
Sevilla (España)

PROCESOS DE ELABORACIÓN DE LAS ACEITUNAS DE MESA

GEORGES BALATSOURAS

Como se indica en otros capítulos de esta enciclopedia, el olivo creció espontáneamente en Oriente Medio y Egipto y de allí, se extendió a toda la cuenca mediterránea, principalmente gracias a los fenicios y a los griegos.
Sin embargo, no ha aparecido de manera espontánea en América Central ni en Iberoamérica, como tampoco en otros países o continentes que poseen suelos y condiciones climáticas similares a los mediterráneos.
En esos países, la olivicultura fue introducida por los españoles y los emigrantes italianos y cultivada de forma sistemática en un olivar o dispersa entre otras plantaciones de árboles o cultivos anuales.

DATOS ESTADÍSTICOS SOBRE LA PRODUCIÓN Y EL MERCADO DE LAS ACEITUNAS DE MESA

PRODUCCIÓN TOTAL DE ACEITUNAS DE MESA[49]

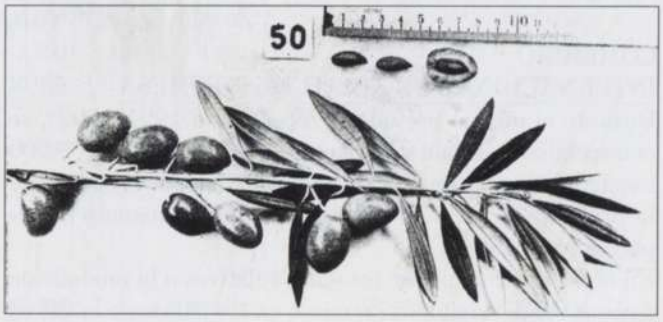
La producción mundial de aceitunas de mesa durante el período de seis años comprendido entre 1986-1987 y 1991-1992 se indica en los cuadros 1 y 2. Oscila entre 800.000 y 900.000 toneladas, debiéndose el aumento a la utilización de aceitunas de doble aptitud para el consumo de mesa.

PRODUCCIÓN DE ACEITUNAS DE MESA EN LOS ESTADOS MIEMBROS DE LA CE

En el período citado de seis años, la producción en los países de la CE fluctuó entre el 39 y el 52 % del total mundial, como puede apreciarse en el cuadro 1.
España es el principal país productor de la CE con una producción media de unas 230.000 toneladas, ya que utiliza variedades de aceitunas de doble aptitud, como Hojiblanca, Lechín y Cacereña. Asimismo ha incrementado considerablemente la producción de aceitunas negras aderezadas, que alcanza en la actualidad 60.000-70.000 toneladas anuales. Italia ocupa el segundo lugar, con una producción media anual de aceitunas de mesa de 83.000 toneladas en el período señalado. Este país ha mejorado recientemente la calidad potenciando en Sicilia (Trapani, Castelvetrano) el cultivo de la excelente variedad Nocellara di Belice. Italia exporta aceitunas de mesa y las importa de España, Grecia, Túnez y Marruecos.
En el tercer puesto aparece Grecia, con una producción media anual de 75.000 toneladas. En todos los casos, sus aceitunas proceden de variedades específicas para el consumo de mesa, y no de doble aptitud. La producción de aceitunas negras aderezadas sigue estando prohibida en este país.
A continuación aparecen Portugal, con una producción media anual de 18.300 toneladas, y Francia, con 1.900 toneladas.

PRODUCCIÓN DE ACEITUNAS DE MESA EN LOS PAÍSES NO PERTENECIENTES A LA CE

La producción de los países no pertenecientes a la CE aparece también en el cuadro 1.
Turquía produce grandes cantidades de aceitunas de mesa y utiliza fundamentalmente variedades de doble aptitud, que comercializa sobre todo en el mercado interior. Las exportaciones, casi insignificantes, no superan las 10.000 toneladas anuales.
Estados Unidos produce aceitunas negras aderezadas y aceitunas verdes de estilo español. Toda la producción se concentra en el estado de California, habiéndose elevado a una media de 83.300 toneladas anuales en el período comprendido entre 1986-1987 y 1991-1992. En el mismo período, Marruecos produjo 75.000 toneladas anuales, incluyendo los principales tipos comerciales, en su mayor parte para la exportación.
Siria es también un país productor de aceitunas de mesa, cuya producción media anual, en el mismo período de



Cultivar: Manzanilla (Dos Hermanas).

CUADRO 1
PRODUCCIÓN MUNDIAL DE ACEITUNAS DE TODAS LAS CATEGORÍAS DURANTE EL PERÍODO COMPRENDIDO ENTRE 1986-1987 Y 1991-1992 (en miles de toneladas)

Nº	Países	1986/1987	1987/1988	1988/1989	1989/1990	1990/1991	1991/1992
1	ARGELIA	7,0	7,0	3,5	9,5	8,5	11,0
2	ARGENTINA	33,0	35,0	30,0	32,0	35,0	30,0
3	CHIPRE	3,0	3,5	3,0	9,0	5,0	7,0
4	CEE	376,5	388,5	362,0	494,0	370,0	463,0
5	ISRAEL	14,1	1,0	19,0	11,0	17,0	15,0
6	JORDANIA	11,0	8,0	5,0	5,0	16,0	13,0
7	LÍBANO	6,0	5,0	6,0	5,0	6,0	4,0
8	MARRUECOS	70,0	70,0	70,0	80,0	80,0	90,0
9	SIRIA	81,0	50,0	72,0	35,0	80,0	50,0
10	TÚNEZ	10,0	7,0	7,0	12,0	12,0	14,0
11	TURQUÍA	115,0	95,0	110,0	80,0	50,0	110,0
12	YUGOSLAVIA	-	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
13	LIBIA	2,0	2,5	2,0	2,5	3,0	3,5
14	EGIPTO	21,0	15,0	18,0	21,0	10,5	9,0
15	AUSTRALIA	2,0	1,5	2,0	2,0	2,0	2,0
16	BRASIL	1,5	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
17	CHILE	4,0	4,0	5,0	5,0	6,0	9,0
18	MÉXICO	11,0	10,0	12,0	12,0	10,0	8,0
19	PERÚ	15,0	16,0	18,0	15,0	14,0	10,0
20	EE UU	96,0	60,0	79,0	106,5	114,5	50,0
21	OTROS PAÍSES	8,0	8,5	9,0	8,0	8,0	7,0
	TOTAL	887	789	834	946	949,0	907,5

seis años citado, se estima en 61.300 toneladas anuales. Este país utiliza aceitunas de variedades vigorosas procedentes de los alrededores de Damasco y aceitunas de doble aptitud como la Sourani y la Temprani, cultivadas en el norte.

El promedio de producción de Argentina es de 32.500 toneladas anuales, siempre en el período de seis años citados, procedentes sobre todo de la variedad Arauco. Se producen aceitunas verdes de estilo español y negras aderezadas.

A su vez, Egipto, Perú, Israel y Túnez producen pequeñas cantidades de aceitunas de mesa.

COMERCIO INTERNACIONAL DE ACEITUNAS DE MESA

Durante el mismo período (1986-1987 a 1991-1992), se comercializó a escala internacional la cantidad de 200.000 toneladas, lo que representa aproximadamente el 22 % de la producción total. El 78 % restante se consumió en los países productores.

En el cuadro 2 aparecen los datos relativos a la producción y comercio de aceitunas de mesa, en los países de la CE en el período citado.

Los principales países importadores figuran en el cuadro 3, y los exportadores en el cuadro 4.

El principal país exportador es España, seguida a bastante distancia por Grecia y Marruecos. Las exportaciones anuales de estos tres países durante el período considerado ascendieron, respectivamente, a 135.000, 47.000 y 44.900 toneladas. En ese mismo período, Argentina, Turquía y Portugal exportaron 18.700, 7.000 y 3.000 toneladas respectivamente, mientras que las cantidades exportadas por Jordania, Israel y Túnez fueron irrelevantes. Italia, Francia y Estados Unidos son exportadores e importadores de aceitunas de mesa.

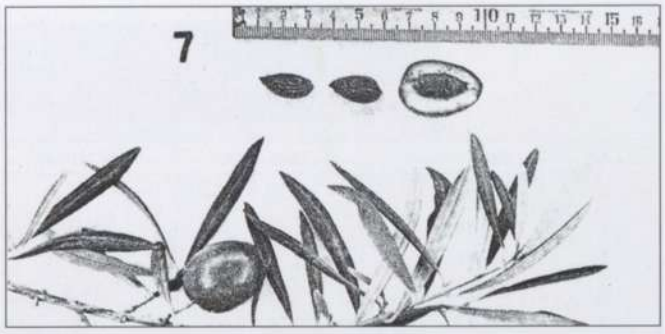
PREPARACIONES COMERCIALES DE ACEITUNAS DE MESA

Tomando como único criterio distintivo el color del producto final, las aceitunas de mesa se clasifican en tres categorías: verdes, negras y de color cambiante. La producción anual de cada categoría durante el período comprendido entre 1986-1987 y 1991-1992 se indica en el cuadro 5, en el que se observan fluctuaciones entre 329.000 y 439.000 toneladas para las aceitunas verdes (41,5-46,5 % del total), entre 291.000 y 352.000 toneladas

para las aceitunas negras (33-39 % del total) y entre 160.000 y 212.000 toneladas para las aceitunas de color cambiante (20-22 % del total).

CONSUMO DE ACEITUNAS DE MESA[48]

Los países de Oriente Medio que tienen el consumo de aceitunas de mesa más elevado per cápita son Líbano (4,04 kg), Siria (4,03 kg), Turquía (3,45 kg). Entre los países mediterráneos destacan: Grecia (2,5 kg), Portugal (1,91 kg) y España (1,24 kg). Entre los países no productores, el primer puesto lo ocupa Bulgaria con 1,12 kg anuales (cuadro 6).



Cultivar: Arauco (Argentina).

CUADRO 2
PRODUCCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE ACEITUNAS DE MESA EN LOS ESTADOS MIEMBROS DE LA CE DURANTE EL PERÍODO COMPRENDIDO ENTRE 1986-1987 Y 1991-1992 (en toneladas)

Nº	País	1986/1987	1987/1988	1988/1989	1989/1990	1990/1991	1991/1992
A.	PRODUCCIÓN						
1	España	224.000	231.500	180.000	280.000	236.800	229.800
2	Francia	1.500	2.500	2.300	2.100	1.000	2.000
3	Grecia	80.000	60.000	85.000	70.000	70.000	85.000
4	Italia	50.000	75.000	79.500	122.100	44.500	130.000
5	Portugal	21.000	20.000	15.000	20.000	18.000	16.000
	Total	376.500	389.000	361.800	494.200	370.300	462.800
B.	IMPORTACIONES						
1	Alemania	9.500	9.500	10.000	13.500	14.000	14.500
2	Dinamarca	500	500	500	600	700	700
3	España	-	-	-	400	-	-
4	Francia	29.000	27.500	30.800	30.500	35.000	34.000
5	Grecia	-	-	-	-	-	-
6	Irlanda	-	-	-	-	200	200
7	Italia	49.000	39.000	47.500	48.200	75.000	4.000
8	Países Bajos	500	2.000	2.500	2.500	2.700	-
9	Portugal	-	-	-	3.600	-	2.000
10	Reino Unido	2.000	1.500	2.200	2.300	3.100	3.500
11	U.E.B.L.	-	2.500	2.400	2.400	3.100	3.000
	Total	90.500	82.500	95.900	105.000	133.700	100.600
C.	EXPORTACIONES						
1	Alemania	-	-	-	600	500	50
2	Dinamarca	-	-	-	-	-	-
3	España	135.000	145.000	130.000	127.000	135.000	135.000
4	Francia	2.500	3.000	2.500	2.400	3.500	3.500
5	Grecia	52.500	45.000	50.000	45.000	47.000	47.000
6	Irlanda	-	-	-	-	100	-
7	Italia	2.000	1.500	1.000	1.000	2.000	2.500
8	Países Bajos	500	-	200	200	300	-
9	Portugal	3.500	3.500	3.500	3.200	3.000	3.000
10	Reino Unido	-	-	-	100	100	100
11	U.E.B.L.	-	-	200	200	400	400
	Total	196.000	198.000	187.400	180.000	191.900	192.000

CUADRO 3
IMPORTACIONES DE ACEITUNAS DE MESA EN DISTINTOS PAÍSES DEL MUNDO DURANTE EL PERÍODO COMPRENDIDO ENTRE 1986-1987 Y 1991-1992 (en toneladas)

Nº	País	1986/1987	1987/1988	1988/1989	1989/1990	1990/1991	1991/1992
1	Argelia	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	Argentina	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3	Chipre	1,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0
4	CE (12)	29,0	26,5	32,0	33,5	38,0	33,0
5	Israel	0,5	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0
6	Jordania	0,5	1,0	0,0	1,5	0,0	0,0
7	Líbano	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
8	Marruecos	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
9	Siria	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
10	Túnez	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11	Turquía	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
12	Yugoslavia	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,5
13	Libia	7,0	6,5	6,5	7,0	5,0	5,0
14	Egipto	0,0	1,5	1,0	0,0	0,0	1,0
15	Australia	3,5	0,56	1,5	5,5	5,5	6,0
16	Brasil	18,0	20,0	23,0	22,0	23,5	24,0
17	Chile	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,5
18	México	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
19	Perú	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
20	Estados Unidos	80,0	88,0	80,0	68,5	64,0	86,5
21	Otros países productores de aceitunas	1,0	0,5	0,5	1,5	1,0	1,5
22	Bulgaria	6,0	5,0	5,0	5,0	4,0	4,0
23	Canadá	11,0	12,0	12,3	13,0	13,0	13,0
24	Rumania	12,0	7,0	7,0	7,0	5,0	4,0
25	Suiza	1,5	2,0	2,0	3,0	3,0	3,0
26	URSS	3,0	3,5	4,0	4,5	4,0	3,5
27	Venezuela	2,0	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
28	Otros países no productores de aceitunas	18,5	18,0	18,0	18,5	18,5	19,0
	TOTAL	196,5	198,0	198,0	194,5	189,5	208,5

VARIEDADES MUNDIALES DE ACEITUNAS DE MESA

VARIEDADES ESPAÑOLAS[41]

Sevillana o gordal
(Olea europaea regalis, Clemente*)*

Junto con la manzanilla, ésta es la variedad de aceituna de mesa española más importante. Se cultiva principalmente en Andalucía, sobre todo en la provincia de Sevilla.

Los frutos son grandes (100/120 aceitunas por kilogramo), con un porcentaje de pulpa-hueso de 7,5:1. Tiene forma elipsoidal y una incisión a la altura del peciolo le confiere una forma que recuerda vagamente la silueta del corazón. Su piel es fina, punteada con pequeñas manchas blancas. La pulpa tiene una buena textura y es de color verde intenso, que cambia al negro purpúreo cuando el fruto alcanza la maduración. El contenido de aceite representa el 10 % del peso del fruto. El contenido en azúcar es muy alto (4-6 %), lo que facilita la fermentación, momento en que adquiere un color amarillo dorado. La acidez de la salmuera, sin ninguna intervención externa, asciende al 1 % o incluso más (valor que indica los gramos de ácido láctico por 100 ml de salmuera).

En Argelia (Relizane, Djidiouia), se cultiva con éxito un clon de esta variedad denominado Sevillana española. El único inconveniente de esta variedad es que el hueso se separa con dificultad de la pulpa.

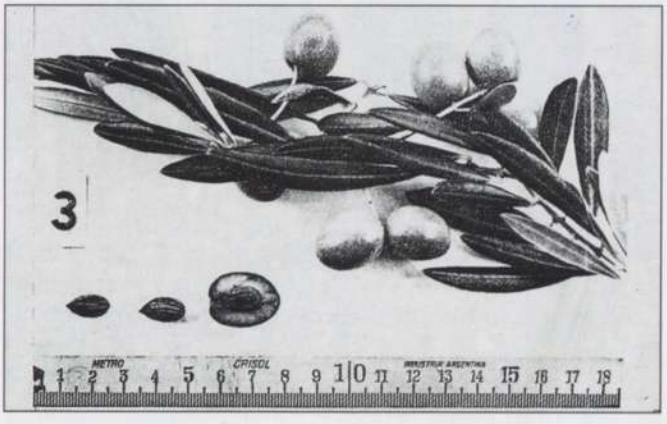
CUADRO 4
EXPORTACIONES DE ACEITUNAS DE MESA REALIZADAS POR VARIOS PAÍSES DEL MUNDO EN EL PERÍODO COMPRENDIDO ENTRE 1986-1987 Y 1991-1992 (en toneladas)

Nº	País	1986/1987	1987/1988	1988/1989	1989/1990	1990/1991	1991/1992
1	Argelia	500	500	-	-	500	1.500
2	Argentina	18.500	19.000	20.000	18.000	20.000	17.000
3	Chipre	-	-	-	-	-	-
4	CE (12)	135.000	139.000	199.000	118.000	111.000	122.000
5	Israel	500	-	3.000	3.000	3.000	2.000
6	Jordania	2.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
7	Líbano	-	-	-	-	-	-
8	Marruecos	44.000	33.000	41.000	43.500	53.000	55.000
9	Siria	-	-	-	-	-	-
10	Túnez	500	500	500	2.000	500	1.000
11	Turquía	9.000	8.000	6.000	2.000	8.000	8.000
12	Yugoslavia	-	-	-	-	-	-
13	Libia	-	-	-	-	-	-
14	Egipto	-	-	-	-	-	-
15	Australia	-	-	-	-	-	-
16	Brasil	-	-	-	-	-	-
17	Chile	-	-	-	-	-	1.500
18	México	-	-	-	-	-	-
19	Perú	-	-	-	-	-	-
20	Estados Unidos	1.500	2.000	2.000	2.500	3.000	3.000
21	Otros países productores de aceitunas	-	-	-	-	-	-
22	Bulgaria	-	-	-	-	-	-
23	Canadá	-	-	-	-	-	-
24	Rumania	-	-	-	-	-	-
25	Suiza	-	-	-	-	-	-
26	URSS	-	-	-	-	-	-
27	Venezuela	-	-	-	-	-	-
28	Otros países no productores de aceitunas	-	-	-	-	-	-
	TOTAL	211.500	203.000	192.500	190.00	202.500	212.000

Manzanilla *(Olea europaea pomiformis)*

La Manzanilla es la reina de todos los tipos de aceitunas de mesa y no sólo se cultiva en España sino en todo el mundo. Se trata de una variedad robusta, con árboles altos y de copa tupida que producen frutos en disposición aislada y de dimensiones medias, simétricos y de forma parecida a la de las manzanas, característica que da nombre a la variedad. El color de la Manzanilla es verde claro, punteado con ligeras manchas blancas, y cambia a un tono negro violáceo cuando el fruto alcanza la madurez.

Esta variedad se desarrolla bien en las regiones templadas y en terrenos aluviales, similares a los del valle del Guadalquivir y la provincia de Sevilla. El fruto contiene una cantidad de azúcar inferior a la Sevillana, y por esta razón



Cultivar: Sevillana o Gordal (España).

CUADRO 5
A) PRODUCCIÓN DE TIPOS COMERCIALES DE ACEITUNAS DE MESA (en toneladas) PERÍODO COMPRENDIDO ENTRE 1986-1987 Y 1991-1992

Nº	Tipo comercial	1986/1987	1987/1988	1988/1989	1989/1990	1990/1991	1991/1992
1	Aceitunas verdes	378,5	329,0	345,5	439,5	419,5	390,5
2	Aceitunas negras	306,0	291,0	328,5	312,5	317,5	352,5
3	Aceitunas de color cambiante	202,5	169,0	160,0	194,0	212,0	164,0
	TOTAL	887,0	789,0	834,0	946,0	949,0	907,0

B) PRODUCCIÓN DE TIPOS COMERCIALES DE ACEITUNAS DE MESA (en porcentaje de la producción total) PERÍODO COMPRENDIDO ENTRE 1986-1987 Y 1991-1992

Nº	Tipo comercial	1986/1987	1987/1988	1988/1989	1989/1990	1990/1991	1991/1992
1	Aceitunas verdes	42,7 %	41,7 %	41,4 %	46,4 %	44,2 %	43,0 %
2	Aceitunas negras	34,5 %	36,9 %	39,4 %	33,0 %	33,4 %	38,9 %
3	Aceitunas de color cambiante	22,8 %	21,4 %	19,2 %	20,6 %	22,4 %	18,1 %
	TOTAL	100,0 %	100,0 %	100,0 %	100,0 %	100,0 %	100,0 %

fermenta con mayor dificultad. Raras veces alcanza un 1 % de acidez sin intervención externa. Normalmente el índice de acidez es del 0,6-0,8 %, lo que genera un nivel de pH del 4,2 o más.

Su piel es fina, resistente a las manchas blancas y al alambrado, pero sensible, en cambio, a las ampollas y al despellejado durante el tratamiento alcalino. También es sensible al deterioro conocido como «zapatería», debido a una fermentación defectuosa.

Los frutos deben almacenarse unas 24-48 horas inmediatamente después de la recolección y antes del tratamiento alcalino.

CUADRO 6
CONSUMO PER CÁPITA DE ACEITUNAS DE MESA EN DISTINTOS PAÍSES PRODUCTORES

Nº	País	Consumo de aceitunas de mesa per cápita (kg)	Observaciones
1	España	1,24	Se consumen habitualmente aceitunas de mesa de segunda calidad
2	Portugal	1,91	—
3	Grecia	2,50	Principalmente aceitunas negras en samuera y en salmuera mezclada con vinagre (Kalamata)
4	Bulgaria	1,12	Se importan las cantidades necesarias
5	Turquía	3,45	Se sirven aceitunas con el desayuno
6	Siria	4,03	Se sirven aceitunas con el desayuno
7	Líbano	4,04	Se sirven aceitunas con el desayuno

Hojiblanca *(Olea europaea arolensis)*

Variedad de doble aptitud que se cultiva principalmente en Andalucía, sobre todo en la provincia de Córdoba. Hasta hace algunos años, se destinaba exclusivamente a la producción de aceite de oliva.

Medianamente resistente, la Hojiblanca se caracteriza por su maduración tardía. Los frutos son de forma regular, con hueso proporcionado. La piel es fina y la pulpa, rica en fenoles, tiene una textura sólida. El fruto es muy apreciado para la producción de aceitunas negras aderezadas. De este tipo comercial se producen hoy en España 60.000-70.000 toneladas, en su mayor parte a partir de la variedad Hojiblanca.

Cacereña

Esta variedad, de doble aptitud, se considera un clon de la Manzanilla. Gran parte de los frutos se utilizan para la producción de aceitunas negras aderezadas.

VARIEDADES ITALIANAS[14]

Italia es el segundo país productor de aceite de oliva, pero no de aceitunas de mesa. En general, utilizan los frutos de unas diez variedades, aunque algunas de ellas no tienen las características adecuadas para el consumo de mesa. Recientemente se ha empezado a difundir en Sicilia el cultivo de una variedad óptima para aceituna de mesa, la Nocellara Di Belice.

Nocellara di Belice[70]

Está considerada como la mejor variedad italiana para aceitunas de mesa (Venezia y col., 1986). En su mayor parte, el fruto se prepara para producir aceitunas de mesa

estilo Castelvetrano. En general, los olivares se riegan, a excepción de una pequeña parte, recibiendo cada año una cantidad de agua de unos 550/560 mm.
Su fruto es de medianas dimensiones, con un peso que oscila entre 6 y 8 gramos. Su forma es redonda, u ovoide, similar a la de la Manzanilla o la Conservolea. La relación pulpa/hueso es de 6,5-8:1 y el fruto posee todas las características cualitativas para el consumo de mesa. Algunos árboles del cv. Giarrafa crecen junto con Nocellara di Belice para garantizar una polinización cruzada.

Ascolana Tenera

Esta variedad es la más difundida en Italia, cultivándose también en Israel, México, Argentina, California, etc. Contrariamente a lo sostenido por Baldini y Scaramuzzi (1957)[13], la Ascolana Tenera y la Gordal no son dos clones de la misma variedad.
Los olivos son vigorosos y producen frutos cuyo peso medio se sitúa en torno a los 8,7 g (115 frutos por kilogramo). La Ascolana tiene forma elipsoidal, ligeramente asimétrica.
Para la producción de aceitunas verdes de estilo español, el fruto se recoge cuando la piel es de color verde-amarillento. Posteriormente, adquiere un color rojizo de aspecto aterciopelado, para adoptar por último un tono negro claro. Los frutos contienen un 17-18 % de aceite. En California, la Ascolana se considera de calidad inferior, debido a que la pulpa es blanda y la piel poco resistente al tratamiento alcalino. Aunque esta variedad ocupa el cuarto puesto en relación con el número de árboles cultivados en California, se la considera menos productiva que otras más afamadas y típicas de la región (Sevillana, Manzanilla, Mission, etc.). La variedad Ascolana Tenera, con sus distintos clones, se cultiva en algunas regiones de Italia, incluida Sicilia, junto con la Nocellara Di Belice.

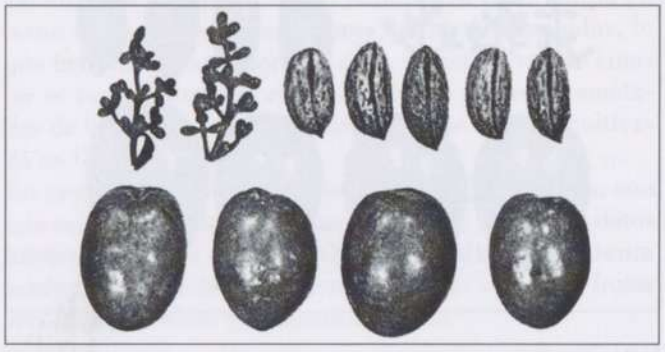
Cucco

Exclusiva de Italia y cultivada en la región de Chieti y Pescara, produce frutos grandes, de forma elipsoidal y ligeramente asimétrica.
En general, los árboles son resistentes a las adversidades climáticas, como el frío, y al Cycloconium. La piel de estos frutos mantiene el color verde más tiempo que otras variedades y cambia progresivamente a un negro violáceo cuando el fruto alcanza la completa maduración. Su contenido de aceite es, en promedio, del 17 %, lo que es característico de una buena calidad. Los frutos son fermentados como las aceitunas verdes de estilo español, y no presentan especiales características organolépticas o tecnológicas.

Sant'Agostino

Debido a que se cultiva en Apulia, especialmente en la zona de Andria se conoce a esta variedad como «aceituna de Andria» o «aceituna grande andriesana». Los frutos se presentan agrupados en el pedúnculo en número de dos a tres; su forma es oblonga elipsoidal. El peso medio del fruto es de 7,4 g (135 aceitunas por kilogramo). Su contenido de aceite es del 14-15 %. Los frutos se destinan a la producción de aceitunas verdes de mesa estilo español.

Contenedores típicos para el transporte de las drupas del cv Nocellara di Belice.

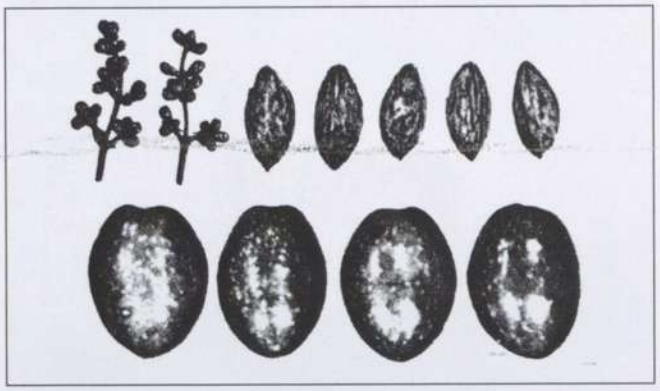


Ascolana Tenera.

Cucco.

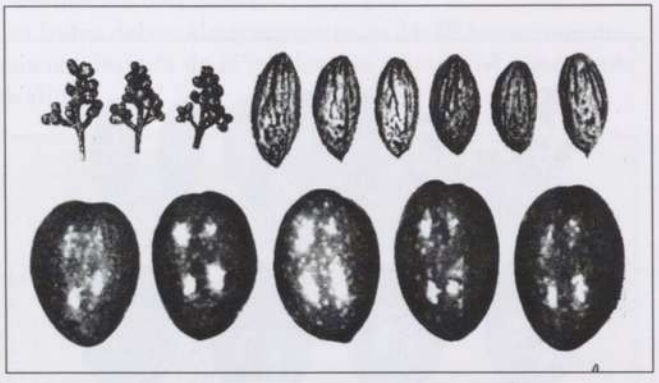
Santa Caterina

Esta variedad crece en Italia central, en las provincias de Lucca, Florencia y Grosseto. Por lo general, 1 kg contiene



Sant'Agostino.

Santa Caterina.



Bella di Spagna o Cerignola.

unas 120 aceitunas (el peso medio de cada fruto es de 8,33 g). El fruto es de forma elipsoidal, asimétrica, con la piel tachonada de puntitos que aparecen en la fase de completa maduración. Esta variedad resiste bien el frío y algo peor el Cycloconium, y, aunque es medianamente productiva, sus frutos no resultan especialmente adecuados ni para el consumo de mesa ni para la extracción de aceite. Su contenido en aceite es del 17 %. La mayoría de estas aceitunas se trituran.

Bella di Spagna o Cerignola

Es ésta una variedad que produce frutos de grandes dimensiones y se cultiva en algunas regiones de Italia central. El árbol es medianamente vigoroso, de copa tupida y ramas colgantes. El peso medio de cada fruto es de 9 g (alrededor de 110 aceitunas por kilogramo). Los frutos tienen forma elipsoidal, oblonga y ligeramente asimétrica, aplastada en el extremo de forma que recuerda un cono invertido. En la fase de completa maduración, adquieren un color negro oscuro con manchas blancas.

Aparte de sus notables dimensiones, no presenta ninguna característica tecnológica peculiar. Se emplea para la producción de aceitunas verdes de estilo español. La producción de esta variedad es limitada, y su ámbito comercial se circunscribe esencialmente al mercado interior.

VARIEDADES GRIEGAS[4, 45]

Conservolea (*Olea europaea media rotunda*)

Se trata de la mejor variedad para la producción de aceitunas negras en salmuera. Crece en Grecia central, en la zona que se extiende desde la costa del mar Jónico a la región de Vólos, llegando hasta las islas Espóradas, en el mar Egeo.

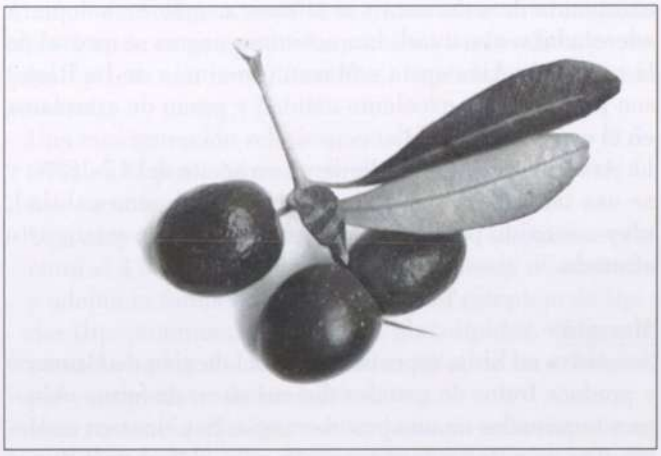
En Grecia central (Agrínion, Amfissa, Atalanti, Aghios Constantinos, Stilís, Vólos, etc.) existen áreas internacionalmente conocidas por la excelente calidad de sus productos.

Los frutos de esta variedad son de dimensiones medianas y grandes, con un peso que oscila entre 5 y 12 g según el volumen del árbol. La forma del fruto es redonda, tendente a ovoide, y la relación pulpa-hueso es de 8-10:1. En promedio, 1 kg contiene unas 180-200 aceitunas. Los frutos tienen la piel fina, elástica y resistente al arrugado, hasta tal punto que puede tolerar una concentración sódica en salmuera del 10 % o más.

La Conservolea madura tardíamente, desde mediados de noviembre hasta enero-febrero, y en los años de superproducción se prolonga en ocasiones hasta los primeros meses de primavera. El color de la piel cambia gradualmente pasando del verde al amarillo verdoso, el amarillo paja, el rosa, el violeta purpúreo y, finalmente, en la fase de completa maduración, el negro oscuro, con pequeñas manchas blancas en la piel, en todas las fases de desarrollo del fruto. Una parte de los frutos se recoge, entre el 20 de septiembre y mediados de noviembre, mientras las aceitunas están verdes, y se someten a fermentación láctica para transformarlas en el tipo comercialmente conocido como aceitunas verdes españolas.

La pulpa tiene una buena textura, con sustancias fermentables, que oscilan entre un 2 y un 3 %. El contenido de aceite es de un 20-25 %.

Es una variedad robusta, que crece en zonas situadas desde el nivel del mar hasta los 600 metros de altitud. Su productividad es satisfactoria, si se le prestan los cuidados y atenciones necesarios. Las dimensiones de la copa son medianas o pequeñas en las nuevas plantaciones y literal-



Conservolea.

mente incontrolables en las viejas, lo que dificulta la recolección. La variedad Conservolea representa el 80-85 % de la producción de aceitunas de mesa en Grecia.

Nychati de Kalamata (*Olea europaea var. ceraticarpa*)
Esta variedad es la segunda en importancia en Grecia y se cultiva especialmente en algunas regiones del Peloponeso (Kalamata, Laconia) y en el centro del país (Aetolico). Las drupas tienen una forma peculiar (cilindrocónica), con la superficie lateral encorvada, y son de medianas dimensiones. El peso medio oscila entre 3 y 6 g. La piel adquiere un color negro oscuro cuando el fruto alcanza la maduración. La pulpa posee una buena textura y contiene un 25,5 % de aceite y sustancias fermentables en un 3,10-5% sobre la base de la pasta húmeda de aceitunas. El árbol es bastante vigoroso, con ramas de tendencia ascendente y características hojas grandes. Es una variedad más bien exigente en cuanto a condiciones del suelo pero fértil y resistente al ataque de la mosca del olivo (Dacus). La relación pulpa/hueso es buena (alrededor de 8,0:1). El fruto madura en noviembre o a finales de diciembre, según la cuantía de la cosecha.
La producción total se estima en torno a 8.000-10.000 toneladas, cifra que va en aumento debido a que constantemente se plantan nuevos olivares.
Práticamente toda la cosecha se utiliza para la obtención de aceitunas tipo Kalamata en salmuera, acidificadas con vinagre, que cuentan con un sólido mercado tanto en Grecia como en el exterior. Las aceitunas así preparadas tienen una excelente textura, color, sabor y aroma. Como la adición de vinagre no se considera ya conservante, la demanda de aceitunas de Kalamata ha experimentado un gran incremento en Estados Unidos, Canadá y algunos países de la UE.

Chalkidiki
Cultivada casi exclusivamente en la península Calcídica (al sureste de Salónica) ocupa el tercer lugar en importancia en Grecia. La Chalkidiki se conoce también por el nombre de Gaidurolia (aceituna-asno), a causa de las considerables dimensiones de sus frutos. Aproximadamente el 60 % de los olivos de la península Calcídica pertenece a esta variedad.
El peso de los frutos oscila en torno a los 6-10 g, que pueden superarse si el volumen del árbol no es especialmente grande. Si bien los frutos son grandes, su color es deficiente, al igual que las sustancias fermentables. La producción anual de estas aceitunas se estima en 8.000-10.000 toneladas, preparándose la mitad de ellas como aceitunas verdes de estilo español, empleándose el resto para la extracción de aceite de oliva, con un rendimiento en aceite del 19-20 %.
El fruto de esta variedad fermenta con dificultad, tanto en verde como madura, debido a sus deficiencias en azúcares y en el color. Si no recibe una atención adecuada puede producirse el deterioro denominado «zapatería», así como la aparición de un halo rojizo en la pulpa en torno al hueso de las aceitunas verdes fermentadas, lo que también se considera un serio defecto. Un halo similar se forma asimismo en las aceitunas verdes fermentadas de la variedad Barouni, originaria de Túnez y cultivada en California.
En general, 1 kg contiene unas 120-140 aceitunas, con una relación media pulpa-hueso de 10:1. Según los datos bibliográficos, la variedad Olea de Chalkidiki presenta analogías con la Ascolana Tenera, debido a que sus frutos son cilindrocónicos y terminan en punta.

Megaritici (*Olea europaea var. argentata*)
Variedad, de doble aptitud que crece sobre todo en el Ática.
Sus frutos son pequeños (2-5 g), de forma cilindrocónica y curvados en un lado, y se utilizan, en parte, para la extracción de aceite y, en parte, para la producción de aceitunas negras en sal seca. Es muy probable que las aceitunas Megaritici en sal seca sean la primera peparación comercial de aceitunas de mesa en todos los países productores.

Kothreici (*Olea europaea var. minor rotunda*)
También los frutos de esta variedad, que se cultiva principalmente en la región de Fócida (Arachova, Delfi, Crisso), son de doble aptitud. Tienen la misma forma que los de la Conservolea, si bien son inferiores en dimensiones y peso (de 2 a 4 g en promedio). Su color, textura y cualidades comestibles son excelentes. Esta variedad crece bien en altitudes elevadas (más de 800 m.) y muchos expertos la consideran un clon de la Conservolea.

Karydolea (*Olea europaea var. maxima*)
Esta variedad, exclusiva de la isla de Eubea, se considera un clon de la variedad Conservolea, aunque la forma de sus frutos es más redondeada.

Thrubolea (*Olea europaea media oblonga*)
Una característica de esta variedad es que el fruto pierde el amargor durante la maduración y se vuelve dulce en el árbol, lo que la hace única en su género. El fruto es pequeño: 1,5-5 g y su forma cilíndrico-cónica, terminando en una pequeña punta. Esta variedad se cultiva en el Ática, en algunas islas del mar Egeo, así como en Creta.
Los frutos de la Thrubolea se emplean para la elaboración del tipo comercial aceitunas negras del tipo Thruba.

Egoumenitsa
Se cultiva en la región de Egoumenitsá; sus frutos son pequeños y se emplean para obtener tanto aceitunas verdes de estilo español como aceitunas al natural en salmuera. Se la considera un clon de la variedad Conservolea que produce frutos de menor tamaño.

OTRAS VARIEDADES UTILIZADAS PARA LA PREPARACIÓN DE ACEITUNAS DE MESA

Sigoise[8]
Esta variedad da frutos de doble aptitud. Se cultiva en el África septentrional y especialmente en Argelia, en terrenos y en condiciones climáticas diferentes. El árbol es de altura media y su copa permite una fácil recolección, que se efectúa a mano casi por entero. La Sigoise es una variedad fértil y resistente a las adversidades medio ambientales.
El peso medio de los frutos está comprendido entre 4,5 y 5,5 g, y la relación pulpa-hueso es de 5:1, lo que la hace poco adecuada para el consumo de mesa.
Su piel es fina, elástica, resistente a las bajas temperaturas, las concentraciones alcalinas, la salmuera de elevada concentración, etc., adquiriendo un tono negro brillante, en plena maduración. Una parte de los frutos se recoge en verde y se prepara como aceitunas verdes de estilo español, otra parte se prepara cuando están maduras y el resto se envía a las almazaras para la extracción de aceite. Las principales características de esta variedad son la buena textura de la pulpa, el color negro violáceo de la piel una vez completada la maduración, el contenido en aceite (14-17 %) y el alto contenido en azúcares (más del 4 %).

Arauco[47]
Se trata de la principal de Argentina y fue trasplantada de la península Ibérica a la provincia de La Rioja, por los primeros emigrantes españoles.
Los árboles son vigorosos, de 8-12 m de alto y sensibles al frío, a la sequía y vulnerables a la mayor parte de las enfermedades del olivo. Es autoestéril y necesita una polinización cruzada para producir buenos frutos. Los frutos son grandes, de forma asimétrica y cilindrocónica, con una amplia base y un extremo afilado. La relación pulpa/hueso es de 7,33-8:1.
Los frutos de esta variedad se utilizan para la preparación de aceitunas verdes estilo sevillano, aceitunas de color cambiante en salmuera y aceitunas negras en salmuera aderezadas o al natural. Las aceitunas negras al natural de la región de Aimogasta y Mazan (provincia de La Rioja) son productos de excelente calidad y gozan de gran fama en el comercio mundial.
La Arauco ofrece un rendimiento en aceite del 17-18 %, y se usa también para producir aceite de buena calidad, muy conocido por su color amarillo verdoso y su gusto afrutado.

Massabi[9]
Se cultiva en Siria, especialmente en la región de Damasco y produce frutos de grandes dimensiones, de forma oblonga y terminados en una protuberancia. Son ricos en azúcares y se someten a fermentación para obtener aceitunas verdes de estilo español.

OTRAS VARIEDADES SIRIAS
A este grupo pertenecen variedades que producen frutos de grandes dimensiones, como la Jlot, la Dan, la Tefahi y frutos de tamaño medio, como la Sourami y Temprani. Estas últimas se cultivan principalmente en el norte de Siria (Alepo, Salkin, Idlem, etc.) y los frutos se utilizan tanto para la fabricación de aceite como para la preparación de aceitunas negras.
La variedad Jlot recuerda a la variedad griega Nychati Kalamon.

VARIEDADES TURCAS DE DOBLE APTITUD[26]
Las más importantes son: Memeli, Donat e Izmir Sofralik.

VARIEDADES MARROQUÍES DE DOBLE APTITUD
Las variedades principales para el consumo de mesa son Picholine y Zitoun.

VARIEDADES TUNECINAS DE DOBLE APTITUD
A esta categoría pertenecen las variedades Chemlali y Chetoui.

LA ACEITUNA COMO MATERIA PRIMA PARA LA PRODUCCIÓN DE ACEITUNAS DE MESA (ESTRUCTURA-COMPOSICIÓN QUÍMICA)

ESTRUCTURA Y PARTES CONSTITUTIVAS[4]
La aceituna es una drupa similar a las demás drupas del reino vegetal (melocotón, albaricoque, cereza, ciruela, etc.). Sus elementos constitutivos son:
- El epicarpio o piel.
- El mesocarpio o pulpa.
- El endocarpio o hueso, cáscara leñosa que alberga una semilla (ocasionalmente dos), denominada almendra.

Aunque morfológicamente la aceituna no se diferencia de otras drupas, su composición química y sus cualidades organolépticas son muy diferentes, especialmente las siguientes:

- Una concentración relativamente baja de azúcares (2,5-6 %) en la pasta húmeda de aceitunas (resultante de la homogeneización del epicarpio y el mesocarpio).
- Una mayor cantidad de sustancias grasas que oscila entre el 17 % y el 30 % de la pasta húmeda de aceituna y adopta la forma de gotas, aparte del complejo de lípidos (lipoproteínas, fosfolípidos, glucolípidos, etc.), que constituyen los elementos constructivos de las células y, por consiguiente, de los tejidos.
- Una sustancia amarga, conocida como «oleuropeína», peculiar de la aceituna y que la distingue no sólo de otras drupas, sino también de los demás frutos del reino vegetal.

Debido a estas peculiaridades, la aceituna es la única drupa que no es dulce, sino claramente amarga, incluso en la fase de plena maduración. Por esta razón, no puede consumirse inmediatamente después de la recolección, sino que ha de someterse a procedimientos especiales. Su sabor amargo debe corregirse total o parcialmente, antes de poder consumir el fruto.

El epicarpio y el mesocarpio de la aceituna, como todos los alimentos de origen vegetal, están compuestos por células parenquimatosas, de grandes dimensiones, isodiamétricas (diámetro: 50-300 mm a más de 1 mm), y rodeadas por una rígida pared celular. En el centro presentan una gran vacuola llena de linfa, en la que están disueltos azúcares, ácidos, tanino, sustancias colorantes hidrosolubles, sustancias inorgánicas, etc. En esa misma linfa se encuentran gotas de aceite en suspensión.

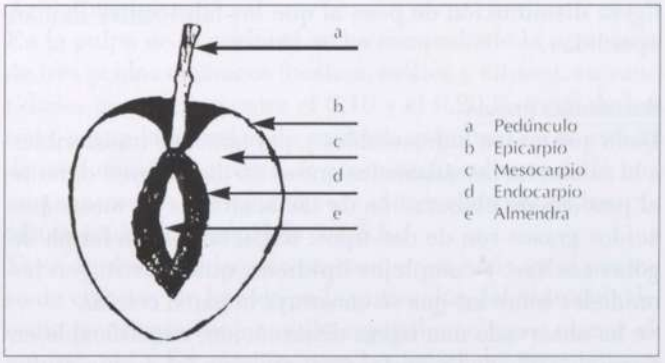
Entre la vacuola y la pared celular se encuentra el citoplasma, rodeado de la membrana citoplásmica, selectivamente permeable. Las sustancias polares de la linfa celular ejercen una presión osmótica sobre las paredes (que llega a 9 atm), contrarrestada por la presión interna de la pared celular celulósica. En consecuencia, cada célula y, por extensión, todo el fruto, posee una forma determinada. Paralelamente, la presión osmótica de la linfa celular y la presión de signo opuesto de la pared celular mantienen la turgencia del fruto.

Las células parenquimatosas del mesocarpio tienen valor nutritivo y biológico para los seres humanos, a diferencia de las del epicarpio, que no pueden digerirse por estar saturadas de sustancias no solubles en agua. Tampoco el endocarpio, resistente a la masticación, tiene valor nutritivo.

COMPONENTES DE LA PULPA

Los principales componentes de la pulpa son:

- Agua.
- Sustancias grasas.
- Azúcares simples, incluido el manitol.
- Otros polisacáridos (celulosas, semicelulosas, gomas, pentosanas, etc.).



Corte transversal de una aceituna.

- Proteínas.
- Pectinas.
- Ácidos orgánicos.
- Taninos-polifenoles.
- Oleuropeína.
- Vitaminas (hidrosolubles y liposolubles).
- Sustancias colorantes.
- Sustancias inorgánicas, etc.

Agua y líquidos de la pulpa

El líquido es el componente principal de la aceituna de mesa y representa el 65-72 % del peso del fruto fresco, dependiendo de su grado de turgencia. El porcentaje puede descender al 55-62 % en las aceitunas de mesa, según el tratamiento utilizado y cae al 28-32 % en las aceitunas en sal seca. Los líquidos no tienen valor nutritivo, motivo por el cual las aceitunas tratadas son tanto más calóricas cuanto menor es su porcentaje de líquido.

La cantidad de líquidos es responsable de la forma regular de las aceitunas, debido a que las membranas citoplásmicas están vivas, tienen una permeabilidad selectiva y por ello previenen la excesiva deshidratación y el arrugado.

Durante el tratamiento, sin embargo, la permeabilidad selectiva se pierde al estar expuesto el fruto a la lejía alcalina, la sal, las condiciones anaerobias, con lo que la pulpa retiene líquido del fruto en forma de una sutil membrana en torno a las partículas coloidales. Estas últimas están compuestas esencialmente por proteínas, y así cuanto menor sea el grado de desnaturalización mayor será el líquido retenido por la pulpa y por consiguiente será mejor el tamaño y la apariencia del fruto tratado. Por lo tanto, la desnaturalización de las proteínas coloidales (por una precoz helada en el olivar, por una concentración alcalina o de salmuera, etc.) tendrá como resultado una aceituna irreparablemente arrugada y por tanto no apta para el consumo de mesa. Sin embargo, el arrugado es una propiedad característica en las aceitunas en sal seca.

Durante el tratamiento al que son sometidas, las aceitunas pierden líquidos y otros constituyentes y absorben sal de la salmuera. No obstante, el líquido retenido es suficiente para conservar terso al fruto externamente, a pesar de una

ligera disminución de peso al que los fabricantes llaman «pérdida».

Sustancias grasas

Dado que no son hidrosolubles y, por tanto, no transferibles a la salmuera, las sustancias grasas no disminuyen durante el proceso de elaboración de las aceitunas de mesa. Los ácidos grasos son de dos tipos: triglicéridos, en forma de gotas sueltas, y complejos lipídicos, que constituyen las unidades sobre las que se construye la pared celular.

Se ha observado una ligera disminución, cuantificable en torno al 10 %, de las sustancias grasas en las aceitunas durante el tratamiento alcalino, pero, en general, el contenido de aceite del fruto se mantiene inalterado al finalizar el tratamiento o incluso aumenta ligeramente, debido a la pérdida de sustancias hidrosolubles.

Las sustancias grasas similares a la cera que impregnan las células de la epidermis permanecen intactas sea cual sea el tratamiento de las aceitunas.

Azúcares simples (monosacáridos y oligosacáridos)[65]

A este grupo pertenecen la glucosa, la fructosa, la sacarosa y el manitol (alcohol con seis hidróxilos). La glucosa predomina sobre la fructosa (94,28:5,75, 87,85:12,5 y 100:0), según los datos de la bibliografía española relativos a tres variedades de aceitunas de mesa.

Los azúcares no reductores (sacarosa) están presentes en un porcentaje de 0,03-0,42 % en la pulpa húmeda de la aceituna, y el manitol en un porcentaje algo mayor (0,55-0,63 %).

La mayor cantidad de manitol, así como la presencia de oleuropeína, constituyen una característica peculiar de la aceituna.

La suma de las sustancias fermentables de la pulpa oscila entre el 2,5 % y el 6,5 % de la pulpa de aceitunas, y depende de la variedad, de los cuidados suministrados a la planta durante el cultivo, de los factores ambientales dominantes, etc. La experiencia industrial demuestra que cuanto mayor es el contenido de sustancias fermentables tanto más fácil resultan la fermentación, la conservación durante el almacenaje y la comercialización.

Los elementos fermentables carecen de importancia en las aceitunas negras aderezadas y en las aceitunas en sal seca, y son de gran interés para las aceitunas verdes estilo español, las aceitunas verdes partidas, las aceitunas negras al natural en sal seca, etc. En general, estos elementos participan activamente en el desarrollo de las cualidades organolépticas del producto final.

Según la preparación comercial, los efectos de los elementos fermentables durante el tratamiento son los siguientes:

– Fermentación por bacterias lácticas o levaduras.
– Oxidación por hongos, bacterias oxidantes o levaduras.
– Permanecen inalterados, total o parcialmente.

En las aceitunas verdes estilo español, casi el 50 % de los elementos fermentables se pierden durante el tratamiento alcalino y el posterior lavado con agua. Lo que queda se distribuye por igual entre la pulpa y la salmuera. Considerando que el hueso pemanece inalterado durante el proceso y representa menos del 20 % del total del peso del fruto, y que la salmuera representa en cada recipiente el 60-70 % del peso del fruto que cubre, sólo una cuarta parte de los elementos fermentables presentes originalmente en la pulpa pasa a la salmuera cuando se obtiene el equilibrio. En condiciones normales, los azúcares de la salmuera se transforman en ácido láctico a través de la actividad de bacterias lácticas. La fermentación se produce de dos formas: homoláctica y heteroláctica. En el primer caso, prácticamente todos los azúcares del fruto se convierten en ácido láctico por bacterias lácticas homofermentables, mientras que en el segundo caso los azúcares se dividen en ácido láctico, dióxido de carbono y ácido acético o etanol, dependiendo del valor potencial de la fermentación de las aceitunas. La secuencia de las reacciones puede esquematizarse como sigue:

$$C_6H_{12}O_6 \xrightarrow{\text{bacterias lácticas homofermentables}} 2CH_3CHOHCOOH$$

$$C_6H_{12}O_6 \xrightarrow{\text{bacterias lácticas heterofermentables}} CH_3CHOHCOOH + CO_2 + CH_3COOH \text{ o } CH_3CH_2OH$$

El material fermentable, igual al 4 % del peso de la pulpa en la fase previa a la elaboración, es suficiente para proporcionar una acidez del 0,8-1 % (0,8 g de ácido láctico por 100 ml de salmuera) en la salmuera de las aceitunas verdes de estilo español. Este porcentaje de acidez (que proporciona un pH de 3,8-4,1) en la salmuera, junto con la sal (que no debe llegar al 8 %) y la anaerobiosis, conservan las aceitunas durante largo tiempo.

A las aceitunas negras al natural en salmuera no se les quita el amargor con tratamiento alcalino, ni tampoco se lavan con agua. La acidez de la salmuera al finalizar el proceso tiene que ser baja (0,5-0,6 %) a fin de garantizar un color aceptable y una buena calidad gustativa. Por consiguiente, un porcentaje de azúcares del 2-2,5 % en la pulpa del fruto fresco es suficiente para una elaboración adecuada.

Otros polisacáridos

Se incluyen en este grupo la celulosa, la semicelulosa, las pentosanas y, por extensión, la lignina, aunque esta última es un polímero de alcoholes aromáticos y de aldehídos. Se ha comprobado que las aceitunas verdes de la variedad Conservolea, antes de ser sometidas a tratamiento, contienen un 3,026 % de fibra bruta y un 2,055 % al término de la elaboración. Esto significa que ha habido, aproximada-

mente, una reducción del 32 %, lo que ablanda la pulpa del producto final. En las aceitunas negras al natural en salmuera de la variedad Conservolea, estos dos valores son respectivamente de 1,835 % y 1,905 %. Este aumento de la fibra bruta se debe a pérdida de elementos hidrosolubles de la pulpa.
La bibliografía española coincide en lo relativo al comportamiento de la fibra bruta de las aceitunas en las distintas fases de elaboración. Obviamente, las moléculas de celulosa y de lignina permanecen intactas durante la elaboración. La pérdida afecta a la semicelulosa, a las pentosanas, las gomas, etc., que pueden registrar una disminución de hasta el 32 % de su peso total.
En dicha bibliografía se pone de relieve que la celulosa endógena se produce en el mesocarpio de las aceitunas y degrada parcialmente la macromolécula de celulosa que lleva a la gradual maduración del fruto y al ablandamiento de su textura.

Proteínas de la aceituna[60]
Parte de las proteínas del mesocarpio de la aceituna son solubles en agua y el resto insolubles. Se encuentran en pequeño porcentaje (alrededor del 1,5 %) en la pasta de aceituna. Su calidad es excelente, ya que en su composición molecular ocupan un lugar fundamental los aminoácidos indispensables para la alimentación humana y también los necesarios para el crecimiento de las bacterias lácticas de signo contrario.
La porción hidrosoluble de las proteínas, así como otras sustancias hidrosolubles, son transmitidas parcialmente a la salmuera, y la transforman en un sustrato nutritivo para el crecimiento de las deseadas bacterias lácticas, y de los no deseados microbios.
En el curso de los tratamientos industriales descritos, se ha observado una pérdida proteínica del 20 % en las aceitunas verdes de la variedad Conservolea, porcentaje que asciende al 23 % en las aceitunas negras al natural de la misma variedad.

Pectinas[60]
Estas sustancias son los principales elementos constitutivos del material de cementación intercelular que se encuentra en todos los tejidos vegetales. Son de excelente calidad y su posible hidrólisis por medios físico-químicos (álcalis, aumento de temperatura), por enzimas exógenas (microorganismos desarrollados en la salmuera) o por causas endógenas en la pulpa en la fase de maduración o con posterioridad conducen a una pérdida de tonicidad del tejido que hace el producto inutilizable.
Se considera que el contenido de pectinas del mesocarpio asciende al 1,86 %-2,32 % (en promedio, 2,10 %), mientras que el del epicarpio es ligeramente inferior. Las enzimas pectinolíticas responsables de la desnaturalización de la pectina de la aceituna son las poligalacturonasas y las pectinesterasas, pero no las pectinoliasas.

Ácidos orgánicos[65]
En la pulpa de la aceituna se ha comprobado la presencia de tres ácidos orgánicos (oxálico, mólico y cítrico), en cantidades que oscilan entre el 0,10 y el 0,20 % (total de los tres), según la variedad de aceituna examinada y su estado de maduración. La pasta de aceituna (resultante de la homogeneización del epicarpio y el mesocarpio) es ligeramente ácida, con un pH de 5,2-5,5.
Estos ácidos orgánicos no repercuten en nada en el proceso de elaboración basado en la utilización del hidróxido de sodio (aceitunas verdes estilo español, aceitunas negras al natural, etc.). En cambio, para las aceitunas en salmuera (verdes o negras, partidas o seccionadas, negras al natural, en salmuera, etc.) los ácidos orgánicos crean desde el principio un medio ácido en la salmuera (cuantificable en torno a 5,5 pH), con lo que se previene cualquier desviación del proceso normal de fermentación, así como alteraciones del producto durante el tratamiento.

Polifenoles y taninos
Todos los tejidos del olivo son ricos en polifenoles, especialmente la pulpa de la aceituna, a la que los polifenoles le dan un gusto amargo y agridulce. El polifenol más importante es la oleuropeína, que da origen al amargor de la aceituna.
Según los datos bibliográficos españoles, las aceitunas verdes contienen, en la fase previa a la elaboración, un 7 % de polifenoles en estado seco y un 1,96-2 % en estado húmedo. En cambio, las aceitunas negras al natural contienen la mitad de ese valor (0,98 %), siempre en relación con el fruto fresco. El tratamiento alcalino y el lavado con agua reducen claramente el contenido de polifenoles de las aceitunas verdes (un tercio de la cantidad inicial) y así las aceitunas pierden su sabor áspero y amargo y son aceptables para el consumidor.
Los polifenoles inhiben el crecimiento y la actividad de las bacterias lácticas en la salmuera de las aceitunas de mesa, mientras que pueden constituir la única fuente de carbono para algunos miembros de la microflora heterogénea.
El contenido de polifenoles de la pulpa de la aceituna es diferente según la variedad. En general, los frutos ricos en polifenoles son más adecuados para la producción de aceitunas negras aderezadas, porque los polifenoles, en un medio alcalino, se oxidan y dan un color negro artificial. Son variedades ricas en polifenoles la Hojiblanca y, en menor medida, la Manzanilla. Además, los polifenoles (taninos) reaccionan con el hierro y hacen más intenso el color negro del fruto, gracias a la formación del tanato de hierro.

Oleuropeína
La oleuropeína es la sustancia fenólica de sabor amargo que se encuentra únicamente en la aceituna y en otros tejidos de los olivos, y no aparece en otros frutos del reino ve-

getal. Es soluble en agua, por lo que se extrae con agua o salmuera, y se desnaturaliza con lejía. Sin embargo, junto con la oleuropeína también se extraen otras sustancias hidrosolubles (proteínas, sales, componentes fermentables, etc.), que son muy importantes para el proceso normal de fermentación. Por ello, así como por razones nutricionales, desde 1908 se han realizado intensas investigaciones con objeto de encontrar la forma de extraer la oleuropeína de la pulpa, con la menor pérdida posible de los demás componentes hidrosolubles.

Según el primer estudio sistemático sobre la oleuropeína, realizado en 1908[15] por Bourquelot y Ventilesco, la oleuropeína tiene una molécula compleja con enlaces glucosíticos y estéricos, dotada de capacidad reductiva y con glucosa como uno de los elementos constitutivos de su molécula. Esta molécula se considera que es o bien un doble éster de glucosa con dos ácidos aromáticos (protocatehico y oleuropeico)[68] o bien una estructura más compleja que tiene como elementos constitutivos alcohol-dióxico-feniletilo, glucosa y un ácido, denominado polifuncional. La segunda versión es la más aceptada, sin excluir la posibilidad de que el amargor de las aceitunas se deba a dos o más sustancias fenólicas.

La oleuropeína se elimina parcial o totalmente, según el tipo comercial producido, mediante alguna de las técnicas siguientes:

- Colocando las aceitunas en canastas o bocoyes de madera, en capas alternas de sal seca. La sal extrae del fruto los líquidos que contienen el mayor porcentaje de oleuropeína.
- Partiendo o seccionando las aceitunas (verdes o negras), y luego sumergiéndolas en agua que se cambia una vez al día durante una semana. Con esta técnica se elimina de la pulpa la mayor parte de la oleuropeína, junto con otras sustancias hidrosolubles.
- Sumergiendo el fruto en una solución de NaOH con una concentración del 1,6-2,5 %, y dejando que un medio o dos tercios de la pulpa se impregne con la solución alcalina. Con este proceso, el álcali hidroliza los enlaces estéricos y quita el amargor. En contraste, la hidrólisis de los enlaces glucosíticos por los ácidos no quitan el amargor de la aceituna.

Vitaminas[55]

En las aceitunas se encuentran las vitaminas siguientes:

- Carotenos: 0,15-0,23 mg por 100 g de pulpa.
- Vitamina C: 12,9-19,1 mg por 100 g de pulpa.
- Tiamina: 0,54-11,0 mg por 100 g de pulpa.
- Vitamina E (tocoferol): 238,1-352 mg por 100 g de pulpa.

De estas vitaminas, las liposolubles (caroteno y vitamina E) prácticamente permanecen en la pulpa hasta el final de la elaboración, mientras que las hidrosolubles (vitamina C y tiamina) se pierden en mayor o menor medida, dependiendo del modo de elaboración y del tipo comercial producido en cada caso.

Sustancias colorantes

En la pulpa de la aceituna están presentes sustancias colorantes liposolubles como la clorofila a y b, así como diversos carotenoides y sustancias colorantes hidrosolubles, como la antocianina.

Las primeras no se extraen con la solución de hidróxido de sodio ni con el lavado con agua, ni tampoco con la salmuera que cubre las aceitunas durante las fases de elaboración, envasado y comercialización. La única pérdida se produce ocasionalmente y se debe a la hidrólisis del enlace estérico que conecta el residuo de fitol con el esqueleto tetrapirrol a través de la acción de la enzima «clorofilasa» o de la solución de hidróxido de sodio al quitar el amargor de las aceitunas[48]. La molécula libre de fitol de la clorofila se vuelve hidrosoluble, pasando a la lejía y al agua del lavado, ocasionando la pérdida de aproximadamente el 20-25 % de la cantidad total de clorofila[56]. Además, en el proceso de fermentación láctica normal de las aceitunas verdes, el ácido láctico formado separa el magnesio del centro del anillo del tetrapirrol y transforma la clorofila en feofitina y feoforbida. Esta conversión tiene como consecuencia una atenuación del color verde de las aceitunas que puede afectar la calidad del producto final. Los carotenoides son más resistentes a los distintos tratamientos a que se someten las aceitunas verdes y por su estructura molecular, son sensibles a la oxidación[49].

Las sustancias colorantes hidrosolubles de la pulpa de la aceituna son exclusivamente las antocianinas, entre las que predomina la cianidina, llamada oleocianidina, junto con pequeñas cantidades de pelargonidina y definidina. La síntesis de las antocianinas (antocianidinas combinadas con residuos de azúcares) empieza tan pronto como la aceituna comienza a madurar. En general, el color de la antocianina es la principal característica cualitativa de las aceitunas negras al natural en salmuera, de las aceitunas partidas Kalamata, de las aceitunas negras estilo griego, etc.

La síntesis de las antocianinas en la pulpa de la aceituna depende principalmente de la variedad del fruto, de su fase de maduración, del clima más o menos soleado de la región y de la exposición directa de las aceitunas a los rayos solares.

Las antocianinas, como sustancias hidrosolubles, se encuentran distribuidas prácticamente a partes iguales entre la aceituna y la salmuera. Con este proceso, el color del fruto tiende a atenuarse, y, si no hay suficientes antocianinas en el fruto, el pálido color resultante puede hacer bajar el valor del producto. Las antocianinas son sensibles indicadores del pH, ya que cambian de color según su valor en la pulpa y la salmuera. Con un valor de pH bajo (3,8-4,5), presentan un color purpúreo que cambia gradualmente al violáceo, al negro violáceo y, por último, al negro, cuando el pH alcanza el punto neutro.

Componentes inorgánicos[46]

La pulpa de la aceituna es rica en componentes inorgánicos, predominando el potasio, seguido del calcio, el mag-

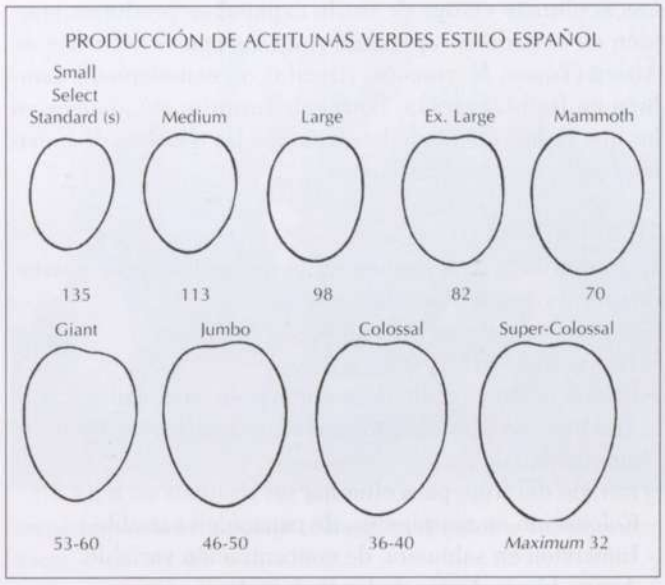
nesio, el cloro, el fósforo, etc. Una importante cantidad de ellos se pierden durante las distintas fases de elaboración (álcalis, agua de lavado, salmuera, etc.).
Sólo aumenta el contenido de sodio, debido a la adición de sal en todas las preparaciones comerciales de aceitunas. Con todo, la cantidad de componentes inorgánicos que permanecen al final del tratamiento es suficiente para considerar a las aceitunas una buena fuente de minerales para el organismo humano y útil para las bacterias lácticas que se desarrollan en la salmuera. Especial interés presentan el magnesio y algunos oligoelementos, como el hierro, el cinc o el manganeso.

ACEITUNAS VERDES ESTILO ESPAÑOL

Hay dos factores determinantes para clasificar las diversas preparaciones comerciales de las aceitunas de mesa: el color (verde, negro y de color cambiante) y el método de conservación (por ácidos lácticos o acéticos en la salmuera, sal o anaerobiosis).
La conservación se lleva a cabo mediante una combinación de estos tres factores. Por ejemplo, con los ácidos, que se relacionan, en cada caso, con un determinado valor de pH de las aceitunas y la salmuera; la sal que se añade en diversas cantidades, y la parcial o completa anaerobiosis. En cada preparación comercial sólo uno de estos tres factores es realmente responsable de la conservación del producto (el ácido láctico para las aceitunas verdes de estilo español, la sal gorda para las aceitunas en sal seca y la anaerobiosis total en combinación con el tratamiento térmico para las aceitunas negras aderezadas enlatadas, etc.). Así, combinando las aceitunas de los tres colores con los tres métodos principales de conservación, pueden producirse en teoría nueve tipos comerciales de aceitunas de mesa, aunque de hecho hay muchas variaciones dentro de un mismo tipo. Las preparaciones comerciales predominantes son: aceitunas verdes de estilo español, aceitunas negras al natural en salmuera, y aceitunas ennegrecidas por oxidación. Las otras preparaciones como las aceitunas negras partidas, las aceitunas verdes en salmuera, las aceitunas negras en sal seca, etc., se producen en cantidades relativamente pequeñas y se destinan sobre todo el mercado interior. En total, representan aproximadamente un 20 % de la producción mundial de aceitunas de mesa.

INTRODUCCIÓN

Las aceitunas verdes de estilo español son un producto tradicional de España y existen referencias a esta técnica de producción desde principios del siglo xx. Muy probablemente, ya en tiempos más antiguos, las aceitunas verdes se partían o se rompían y, para quitarles el amargor, se sumergían en agua, lejía o ceniza. El uso de una solución de hidróxido de sodio es una técnica más moderna, aplicada generalmente en combinación con la fermentación que,



Calibre de las aceitunas. Los números indican la media de aceitunas por libra.

hasta fechas recientes, se efectuaba al aire libre, en barriles de madera que contenían 500 kg de aceitunas. Esta técnica fue introducida en Iberoamérica por emigrantes españoles, que utilizaban bocoyes de madera con capacidad para 5-10 toneladas de aceitunas.
En California el cultivo del olivo comenzó en 1860[64]. A comienzos del siglo xx, la industria de aceitunas de mesa comenzó a interesarse por la producción de aceitunas negras aderezadas. Sin embargo, unos graves casos de botulismo al comienzo de los años veinte, provocados por una inadecuada esterilización de las latas, causaron una enorme desconfianza hacia las aceitunas negras. En estas condiciones, se creyó que la preparación de aceitunas de estilo español, introducidas desde España en 1927, era la única alternativa y sirvió como una salida para el producto.
La fermentación se realizaba al aire libre, en bocoyes de madera de unos 50 kg de aceitunas y la preparación comercial así obtenida predominó en California hasta 1950. Poco a poco se fue recuperando la confianza del público por las aceitunas negras en latas y esta preparación obtuvo de nuevo su posición en el mercado, con preferencia a otras, situación que se mantiene en Estados Unidos. Aceitunas de buena calidad son tratadas como aceitunas ennegrecidas por oxidación para envasarlas en latas y las aceitunas que se tratan en verde son únicamente las de tamaño pequeño o de peor calidad.
En Grecia, el tratamiento de las aceitunas verdes se inició en 1952, y la producción total fue durante varios años de 3.000 toneladas[60]. Desde entonces, ha experimentado un considerable aumento, y en los últimos años ascendió a 10.000-15.000 toneladas[60]. De todas formas, las aceitunas estilo español tienen en Grecia menor importancia que las aceitunas negras.

Las aceitunas verdes de estilo español se producen también en cantidades apreciables en los países del norte de África (Túnez, Marruecos, Argelia), y recientemente también en Italia, Francia, Portugal, Turquía, etc., países en los que se han adoptado básicamente las técnicas de España, con ligeras modificaciones[5].

TRATAMIENTO

El procedimiento seguido para la fermentación de aceitunas verdes puede resumirse así:

- Recolección de las aceitunas.
- Transporte a la fábrica.
- Clasificación y calibrado preliminares (opcional).
- Tratamiento alcalino (solución de NaOH para quitar el amargor).
- Lavado del fruto para eliminar los residuos de lejía.
- Colocación en recipientes, de capacidad variable.
- Inmersión en salmuera, de concentración variable.
- Anaerobiosis dentro de los recipientes.
- Fermentación láctica.
- Clasificación y calibrado definitivos.
- Deshuesado y rellenado (opcional).
- Colocación en los recipientes iniciales donde se cubren con salmuera madura.
- Reacondicionamiento en recipientes de vidrio o latas para la venta.

Las primeras investigaciones científicas sobre la fermentación láctica de las aceitunas verdes se realizaron en California en 1943 (R. H. Vaughn y cols.) y desde 1950 se han llevado a cabo muchos estudios, principalmente en España[36, 61,62, 63, 64]. En Grecia, los primeros estudios se iniciaron después de 1960[25]. Con anterioridad, los métodos de elaboración de las aceitunas verdes de estilo español se basaban, en la práctica, en criterios empíricos y artesanales. En la actualidad, la producción se realiza bajo una estricta tecnología y un control científico.

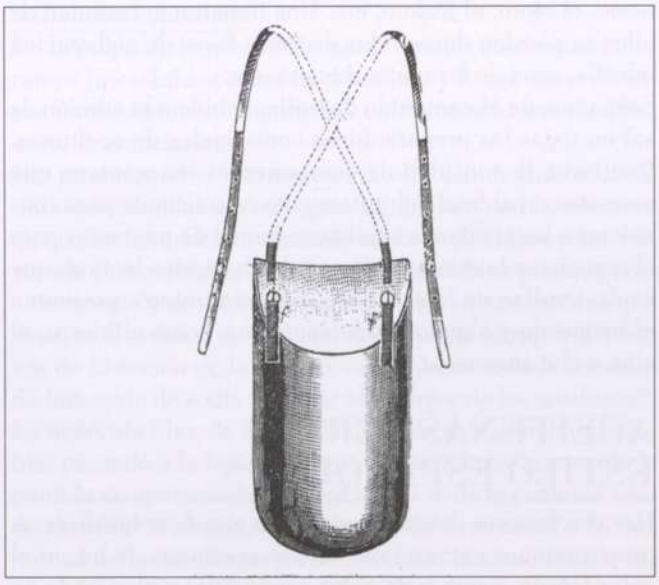
Los detalles de cada fase del proceso se indican seguidamente.

Recolección de las aceitunas

Se inicia cuando el hueso ha completado su desarrollo y el mesocarpio casi ha alcanzado su dimensión definitiva, antes de que el color cambie del verde amarillento al amarillo con pequeñas manchas rojizas.

La época de recolección varía de una región a otra, comenzando en la primera semana de septiembre en Relizane (Argelia), a mediados de septiembre en Andalucía (España) y a finales de este mes en Grecia; en California, a principios de octubre, etc.

Preferiblemente, la recolección se efectúa a mano. La técnica del «vareo» no es aconsejable y en algunos países no está permitida porque las aceitunas verdes dañadas pueden desintegrarse al ser sumergidas en la lejía. Como es obvio, la recolección será más fácil cuando la copa del árbol sea de pequeñas o medianas dimensiones, lo que no siempre sucede en algunas plantaciones de España o Italia.



Saco que se cuelga del cuello para colocar las aceitunas recogidas del suelo o picadas.

El recolector sujeta la rama cargada de frutos con una mano mientras con la otra «ordeña» las aceitunas dejándolas caer en unas redes de plástico, extendidas bajo la copa, o en saquillos que lleva colgados al cuello.

En Israel, se utilizan vibradores para desprender las aceitunas que caen primero en la sombrilla del vibrador y de allí pasan directamente a una solución de hidróxido de sodio que se lleva al olivar en barriles. La concentración de esta solución se calcula teniendo en cuenta la distancia entre el olivar y la planta de elaboración, con objeto de que las aceitunas estén impregnadas constantemente hasta que lleguen a la fábrica. Si bien el uso de vibradores reduce el coste de la recolección, los frutos se arañan y se magullan durante la vibración y estos daños dejan marcas oscuras en la piel que permanecen sin cambios durante la fermentación, lo que reduce la calidad del producto final.

En Andalucía (España) no ha dado resultados satisfactorios la impregnación de la pulpa con la solución sódica hasta la profundidad deseada, como tampoco han tenido éxito los ensayos con agua en lugar de lejía. En la actualidad, en España las aceitunas verdes se recogen a mano.

Transporte a la fábrica

Una vez recogidas, las aceitunas se introducen en recipientes de madera, o de plástico, y se cargan en un camión. En algunas regiones (Andalucía), se cargan directamente en camiones con volquete, cuya superficie interna va revestida de un estrato de paja.

Los recipientes de plástico van perforados en los laterales para garantizar la aireación del fruto. Las aceitunas siguen viviendo y respirando durante el transporte a la fábrica y

hasta que se sumergen en lejía, gracias a la presencia de azúcares en la pulpa, fenómeno descrito por la siguiente reacción:

$$C_6H_{12}O_6 \xrightarrow[CO_2]{\text{respiración}} 6CO_2 + 6H_20 + 685 \text{ Kcal.}$$

Durante la respiración, se libera calor, lo que eleva la temperatura de las aceitunas cargadas y produce una pérdida de humedad y un deterioro. Asimismo, la descomposición de los azúcares ocasiona una pérdida de peso. Estos inconvenientes se paliarán con la proximidad de las plantas de elaboración a los olivares, así como que las plantas tengan capacidad para absorber la cantidad de aceitunas transportada diariamente, con el fin de que las aceitunas no tengan que esperar.

Clasificación y calibrado preliminares (opcional)

La clasificación y el calibrado preliminares de las aceitunas, antes del tratamiento alcalino, son opcionales, si bien son preferibles para que la penetración de los álcalis se efectúe de modo uniforme. Representa también una ventaja desde el punto de vista de la clasificación de los productos comerciales. Ahora bien, la clasificación y el calibrado preliminares implican una pérdida de tiempo precioso, especialmente en períodos de gran actividad y hace que se interrumpa el flujo constante de las aceitunas desde el olivar hasta los tanques de fermentación. Otro inconveniente es que las plantas de elaboración tienen dificultades para llenar grandes contenedores con los dos tamaños extremos (muy grandes o muy pequeños). De todas formas, al final de la fermentación y antes del envasado hay que hacer una clasificación por dimensiones y cualitativa. El peso de las aceitunas puede variar durante la fermentación y algunas pueden decolorarse, desfigurarse o dañarse. En cualquier caso, efectuar la clasificación y el calibrado incrementa el coste de elaboración y se realiza únicamente en las procesadoras de pequeña capacidad. Las grandes industrias transforman las aceitunas en cuanto llegan del olivar, muy a menudo sin retirar siquiera las hojas ni los ramillos.

No obstante, se acostumbra, al menos en Andalucía, a pasar las aceitunas por un calibrador con un chorro de aire para separar los frutos de dimensiones muy pequeñas y la mayor parte de las hojas y ramillos. En algunas zonas los frutos se dejan reposar en un lugar bien aireado durante 24-48 horas después de la fase de recolección y antes del tratamiento alcalino, especialmente en el caso de variedades sensibles, como la Manzanilla en Andalucía y la Sevillana en Relizane-Djidiouia (Argelia). Con el reposo, la turgencia del fruto disminuye, lo que reduce el riesgo de despellejado y la formación de ampollas en la piel durante el posterior tratamiento alcalino.

El total de frutos perdidos cuando existe el período de reposo se estima en un 7 %; no obstante, se ha calculado que las anomalías causadas en la marcha de la fábrica, al introducir este período, cuestan más que el valor de los frutos perdidos. Esta práctica sólo se lleva a cabo en las pequeñas plantas procesadoras.

Recogida manual de drupas del cv Nocellara di Belice, ayudándose de discos.

Tratamiento con lejía para quitar el amargor

Tratar las aceitunas con una solución de hidróxido de sodio es un requisito previo para la subsiguiente fermentación láctica. En Andalucía, que se considera la «madre patria» de las aceitunas verdes de estilo español, se estima que este proceso es fundamental para una adecuada fermentación[41].

La disolución de NaOH en agua produce una reacción exotérmica, y la solución caliente resultante puede causar despellejados y daños en los frutos, por lo que la inmersión debe tener lugar a una temperatura máxima de 60-70 °C (15,5-21 °F).

La concentración ideal cambia según la variedad del fruto, su estado de maduración, la temperatura ambiente dentro de la fábrica, los hábitos de cada industria, etc., y sólo raras veces se aparta de 1,6 a 2,4 %.

Durante el proceso de endulzado (que dura de 6 a 15 horas), las drupas deben permanecer completamente sumergidas en la solución alcalina; en caso contrario, las que permanecen en la superficie se oxidan (oxidación polifenólica en medio alcalino), adquiriendo un color negro que no puede eliminarse después. El tratamiento alcalino se considera concluido cuando la mayor parte de la pulpa está saturada con álcalis y sólo permanece intacto un anillo en torno al hueso, tanto mayor cuantos menos polifenoles posea la pulpa. En ningún caso se permite una saturación sódica de todo el fruto hasta el hueso.

A continuación, las aceitunas se lavan cambiando el agua varias veces, aunque no demasiadas, con objeto de prevenir que se eliminen valiosos componentes hidrosolubles de la pulpa y para reducir la cantidad de contaminantes pro-

Reposo de las aceitunas antes del cocido. (Facilitada por F. Corchero).

ducidos. Al concluir el proceso de endulzado, las aceitunas adquieren un color verde oscuro, similar al aceite, y tienen un olor a rastrojo fresco. Su densidad relativa aumenta, razón por la cual se depositan en el fondo y no es necesario tapar las cisternas de lavado.

Es importante que permanezcan en la pulpa de la aceituna algunos residuos de lejía, ya que, junto con el ácido láctico que se forma durante el proceso de fermentación, garantizan la capacidad amortiguadora de la salmuera. Se trata de una mezcla de ácido láctico y lactato de sodio ($CH_3CHOHCOOH + CH_3CHOHCOONa$) que facilita el normal desarrollo de la fermentación láctica, mejorando las cualidades organolépticas del producto final.

En general, cuanto mayor sea la concentración de hidróxido sódico en la lejía, será más uniforme su penetración en la pulpa, siempre que cada variedad de aceituna pueda tolerar la concentración sin que tenga repercusiones negativas sobre la pulpa y la piel.

Los álcalis no rompen selectivamente la molécula de oleuropeína, pero hacen lo mismo con otros valiosos elementos como azúcares, proteínas, vitaminas, etc. También extrae minerales de la pulpa. En consecuencia, la única fuente de componentes fermentables, otros nutrientes y también de una pequeña cantidad de oleuropeína es el anillo intacto que rodea el hueso. Estos nutrientes soportan el desarrollo de las bacterias lácticas y dan al producto final un ligero amargor, que es parte de lo que los consumidores piden a las aceitunas de mesa.

• Tratamiento alcalino en diferentes países

En Andalucía, el amargor de las aceitunas Manzanilla se quita con una solución de hidróxido sódico a 3-3,7 Bé durante un período de 4-6 horas. Para las aceitunas Gordal el proceso tarda 8-10 horas con una lejía a 2-2,8 Bé.

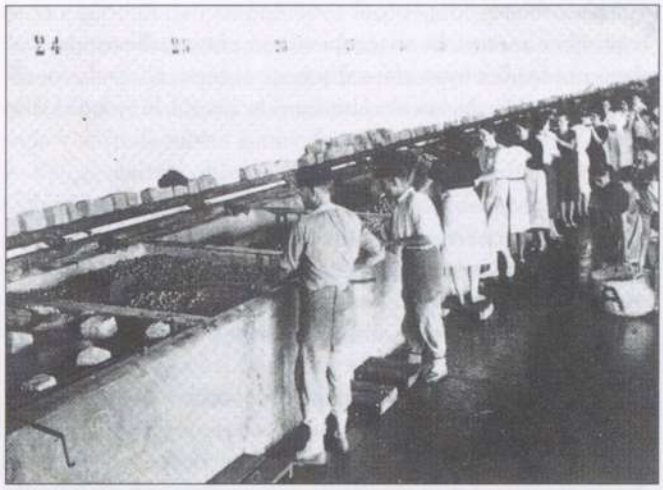
Las fábricas de aceitunas de mesa en Andalucía solían tener una serie de cisternas de hormigón armado para el tratamiento alcalino que podían contener 1,5 toneladas de aceitunas. Para evitar lesiones se ponía lejía y las aceitunas se añadían cuando las cisternas estaban llenas de solución alcalina. En la superficie de la solución alcalina se colocaba una esterilla y sobre ella una rejilla de madera, cubierta con unas pocas piedras pesadas. Estas piedras presionaban las tapas con objeto de que las aceitunas no estuvieran expuestas al aire durante el proceso que continuaba hasta que el álcali penetraba en las dos terceras partes de la pulpa para la variedad Manzanilla y hasta la mitad para la Gordal. De vez en cuando, para controlar la penetración de la sosa se practicaban en la pulpa cortes longitudinales. Otro método de control era sumergir una muestra de aceitunas en una solución de fenolftaleína al 1% en 95° de etanol, que produce una coloración rosada en la pulpa afectada por el álcali. Este procedimiento todavía se aplica en muchas fábricas de pequeña capacidad de España.

En Grecia, Argentina, California y en los países norteafricanos, el tratamiento alcalino se llevaba a cabo en cisternas de hormigón o en los mismos recipientes en que tenía lugar la fermentación. La única diferencia era la concentración de NaOH en la lejía que solía ser muy diluida con un 2 % o incluso menos de NaOH. En estas condiciones, el proceso de endulzado se prolongaba hasta 16 horas y aun así la penetración de la lejía en la aceituna no era uniforme. La experiencia ha demostrado que el hidróxido sódico contenido en la lejía debe ser tan elevado como pueda tolerar cada aceituna sin provocar problemas indeseados en la piel y en la pulpa, si bien la cantidad depende de la variedad de aceituna.

En Andalucía, las fábricas de aceitunas de las grandes compañías multinacionales se esfuerzan por limitar la contaminación del medio ambiente. En la actualidad, el tratamiento alcalino se realiza en tanques esféricos de poliéster a nivel del suelo y del mismo tamaño y capacidad que las fementadoras que normalmente van enterradas.

Otra innovación revolucionaria en el sector del endulzado consiste en la reutilización de la solución alcalina agotada mezclada con agua fresca después de añadir una solución de hidróxido sódico altamente concentrada para restablecer los valores iniciales. Algunos técnicos consideran que, de esta forma, se puede utilizar la misma carga de lejía durante todo el proceso.

En estos casos, cuando una carga de lejía se ha agotado, en lugar de tirarla como se hacía en el pasado, se transfiere a otra cuba y se mezcla con una solución nueva de NaOH para usarla en el endulzado de la siguiente carga de aceitunas. La determinación de NaOH en la lejía agotada se efectúa volumétricamente utilizando ácido clorhídrico estándar y heliantina como indicador. La indicación dada por el hidrómetro Haumé señala que todas las sustancias hidrosolubles, incluido el NaOH, aumentan con la reutilización de la solución. Es importante tener en cuenta el hecho de que la lejía agotada, después de ser utilizada cierto número de veces, alcanza una presión osmótica igual a la de



Vista de los pilones durante su carga. (Facilitada por Agro-Aceitunera).

los líquidos de la aceituna. Por consiguiente, parece extraño que una lejía tan rica en sustancias sólidas solubles pueda extraer la oleuropeína de la pulpa. Sin embargo, la capacidad de la lejía agotada para quitar el amargor prácticamente no se ve afectada durante todo el tratamiento de la aceituna. Este fenómeno indica con bastante probabilidad que la lejía reconstruida rompe la molécula de la oleuropeína en la pulpa y los productos resultantes son extraídos por el agua de lavado. En cualquier caso, con esta técnica de reutilización se consigue un notable ahorro de dinero, al mismo tiempo que se reduce la contaminación del medio ambiente.

Lavado con agua

Se realiza tan pronto como el álcali alcanza la profundidad deseada en la pulpa, y tiene como objetivo invertir el proceso de penetración de la solución alcalina y eliminar la lejía residual.

El lavado debe ser lo suficientemente prolongado para conseguir estos dos objetivos, sin eliminar todas las sustancias fermentables, minerales, micronutrientes, etc., de la pulpa y dejando suficientes trazas de lejía para crear un sistema amortiguador efectivo en la salmuera. Cruess, de la Universidad de California (1924)[16], fue la primera persona que propuso que las aceitunas se lavaran intensivamente durante 2-3 días con cambios de agua cada 3 o 6 horas por el día y cada 10 horas de noche. Sin embargo, como el agua de lavado de algunas regiones de California era ligeramente alcalina[69], el resultado de este lavado extensivo fue que la pulpa se quedó sin nutrientes.

En Grecia también se hicieron lavados prolongados de las aceitunas Conservolea, pero esta variedad es deficiente en sustancias fermentables por lo que al desaparecer los nutrientes la fermentación se hizo imposible.

Por el contrario, un lavado demasiado ligero, efectuado con uno o dos cambios de agua en un período de 10-12 horas, dejaba en las aceitunas una considerable cantidad de lejía residual que después pasaba a la salmuera. En este caso, el pH inicial del líquido de gobierno era de 8,5-9,0, o incluso superior e inhibía la formación de las bacterias lácticas útiles. Además, el residuo alcalino en la salmuera creaba un potente sistema tampón que obstaculizaba el descenso del valor del pH a los niveles normales en la fermentación láctica (3,8-4,0) al final del proceso.

Por las razones mencionadas se ha demostrado que el lavado más aconsejable es el aplicado tradicionalmente en Andalucía durante décadas.

Este lavado se prolonga durante 12-14 horas, efectuándose tres cambios de agua. El primer lavado, de 15 minutos de duración, tiene como objetivo eliminar de la piel la mayor parte de la solución alcalina. El segundo lavado tiene una duración de 2 horas y el tercero de 10-12 horas (es decir, por la noche).

Este sistema de lavado lo han adoptado gradualmente todas las áreas productoras de aceitunas (Iberoamérica, norte de África, Estados Unidos, etc.).

En los grandes complejos industriales de Andalucía, el lavado se efectúa, en general, con dos aclarados de agua, y a veces sólo con uno. El exceso de solución alcalina transferido a la salmuera se neutraliza con ácidos como el clorhídrico, el acético o ácidos lácticos, aunque más frecuentemente se hace circular una corriente de CO_2 por la carga de aceitunas lo que reduce el pH a 6,2-6,5. Con este sistema de lavado, el volumen de efluentes se reduce y su eliminación resulta relativamente fácil, ya que la carga de sustancias orgánicas es mucho menor.

Envasado de las aceitunas de mesa tras el lavado

Tras el lavado, las aceitunas solían envasarse en barriles, cubiertos con salmuera y llevarse al patio de fermentación para que se produjera la fermentación láctica. En las industrias pequeñas, la fermentación sigue realizándose en barrilles de madera o de plástico que, en Andalucía, tienen una capacidad estándar de 500 kg de aceitunas y se llaman bocoyes.

Para rellenar los barriles se quitaban las duelas superiores y la cubierta y se añadían aceitunas lavadas hasta el nivel de la superficie de la cubierta que luego se volvía a colocar, con las duelas tensadas y la salmuera echada inmediatamente.

En California, las aceitunas lavadas se envasaban inicialmente en pequeños barriles de madera (aproximadamente 275 libras de aceitunas más 20 galones de salmuera), que más tarde fueron sustituidos por cubas de madera de secoya y con una capacidad de 5 toneladas de aceitunas. Las mismas cubas se usaban en Hispanoamérica (Argentina, Venezuela) y en Grecia hasta que fueron sustituidas por cisternas rectangulares de hormigón con capacidad para 20 toneladas de aceitunas. Sin embargo, resultaba difícil completar la anaerobiosis dentro de estas cisternas que fueron reemplazadas por tanques esféricos de poliéster con

Cerrando un bocoy. (Facilitada por F. Corchero).

capacidad para 9.500 kg de los que es fácil extraer el oxígeno. Sea cual sea el tipo de recipiente, las aceitunas se cubren con una salmuera de 6-10 Bé o incluso 11 Bé, según la variedad del fruto.

Fermentación láctica de las aceitunas verdes

Cuando tiene éxito, la fermentación láctica es la clave de unas buenas características cualitativas y organolépticas del producto final, así como de su buena conservación durante el almacenamiento y la comercialización.

Los requisitos previos para el normal desarrollo de la fermentación láctica son los siguientes:

- Anaerobiosis en los recipientes que contienen aceitunas cubiertas con salmuera.
- Suficientes azúcares en las aceitunas, después del tratamiento alcalino y el lavado, para facilitar el desarrollo de las bacterias lácticas. Si no se encuentran en cantidad suficiente, la salmuera tiene que enriquecerse.
- Presencia en la salmuera de una población microbiana mixta, para que, con las oportunas actuaciones, las bacterias lácticas puedan ir predominando progresivamente.

• Anaerobiosis

Tradicionalmente, la anaerobiosis se obtenía llenando diariamente los bocoyes con salmuera, si bien, con esta técnica, nunca llegaba a completarse en las 24 horas del día, con lo que el proceso exigía elevados costes diarios y ocasionaba continuas pérdidas de sal y ácido láctico.

Más tarde, se utilizaron tapas de madera, de dos o tres piezas, tanto para las cubas de madera como de hormigón, que se ajustaban por completo a la supeficie del recipiente y se sellaban con parafina líquida, que, una vez solidificada, impedía el paso del aire. Incluso así, la anaerobiosis no era completa.

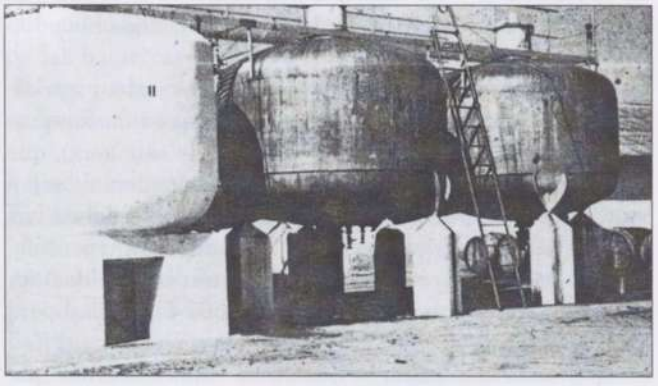
El problema de la anaerobiosis se solucionó eventualmente a bajo costo utilizando tanques esféricos de plástico que se estrechaban progresivamente y finalizaban en una boca de acceso. El cierre hermético se conseguía con un flotador en la superficie de la salmuera en contacto con las paredes internas del tanque.

Las aceitunas verdes fermentadas son más sensibles que las aceitunas negras a una anaerobiosis incompleta con microbios oxidantes que forman una membrana en la superficie y oxidan primero los azúcares en la salmuera y después el ácido láctico formado. En estas condiciones, la acidez total disminuye y el valor del pH aumenta hasta tal punto que, a veces, microbios proteolíticos causan deterioros en la aceituna. Los fabricantes de aceitunas saben por experiencia que una membrana correosa de microbios oxidativos es el principio de un grave deterioro.

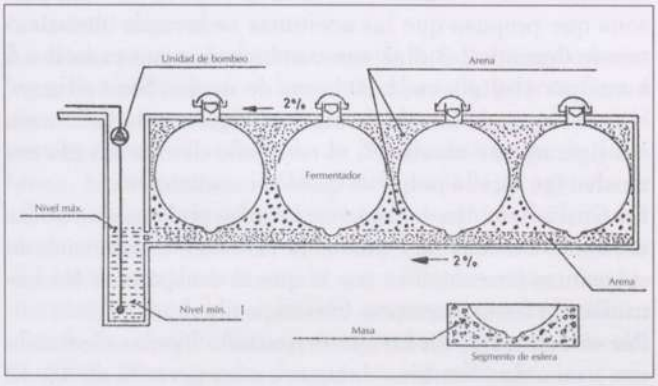
• Componentes fermentables

Son azúcares que quedan en la pulpa después del tratamiento alcalino y el lavado; la mitad de ellos pasan a la salmuera, cuando se ha alcanzado el equilibrio. Si en la pulpa del fruto faltan esos componentes, no podrán realizarse ni la fermentación ni la formación de ácido láctico en la salmuera.

La cantidad de componentes fermentables de la pulpa depende de la variedad de aceituna, del terreno y las condiciones climáticas de la región, de las prácticas de cultivo, etc.



Fermentadores aéreos de poliéster para la fermentación exterior.



Elaboración de aceitunas verdes.

Si la cantidad de componentes fermentables es insuficiente para una fermentación normal, durante ésta debe añadirse a la salmuera un jarabe (cerelosa) o cualquier ácido láctico, al principio y al final de la fermentación.

• Fauna microbiana

Coloniza la salmuera en cuanto se echa sobre las aceitunas y está formada por mirobios atípicos no relacionados entre sí. Sin embargo, en condiciones normales, las bacterias lácticas útiles predominan sobre los otros grupos y completarán con éxito la fermentación. Ésta puede facilitarse inoculando en la salmuera un simple cultivo de bacterias lácticas o con salmuera procedente de recipientes en que haya tenido lugar una fermentación normal. Esta manipulación sólo es necesaria en las industrias de reciente implantación o para la realización de fermentaciones experimentales en laboratorio.

• Características de las bacterias lácticas que producen la fermentación

Las bacterias lácticas no son formadoras de esporas, son Gram-positivas y no reaccionan con la catalasa. Hay cuatro géneros: *Streptococcus, Leuconostoc, Pediococcus* y *Lactobacillus,* y existen dos tipos de fisiologías: homofermentativas, que, en teoría, convierten todos los azúcares en ácido láctico y heterofermentativas que convierten la mitad de los azúcares en ácido láctico y el resto en CO_2 y alcohol o ácido acético.

Los investigadores han podido aislar cuatro tipos de bacterias lácticas en la salmuera de las aceitunas verdes. Se ha comprobado que las especies de mayor interés para la fermentación de las aceitunas son: *Leuconostoc mesenteroides, Lactobacillus braevis, Lactobacillus buchneri, Lactobacillus plantarum, Lactobacillus casei* y *Lactobacillus delbrueckii*[52]. Las tres primeras son heterofermentativas y las tres últimas, homofermentativas. Últimamente, en las aceitunas fermentadas en globos de poliéster se han aislado las especies *Leuconostoc paramesenteroides, Pediococcus urinaeequi* y *Streptococcus lactis.*

Las bacterias lácticas tienen las siguientes características:

- Aparecen en condiciones anaeróbicas en las fermen-tadoras de aceitunas cuando se inhibe el desarrollo de microbios oxidativos por la falta de oxígeno.
- Se multiplican cuando el contenido de sal de la salmuera es del 8 % y convierten los componentes fermentables en ácido láctico. Su actividad resulta tanto más intensa cuanto menor es el contenido de sal en la salmuera y alcanza su máximo cuando las aceitunas están sumergidas en agua.
- Están presentes en la salmuera y desarrollan su actividad cuando el pH de ésta alcanza un 6,2-6,5 (medio ligeramente ácido); sólo algunos elementos pueden desarrollarse con un pH neutro o cuando la salmuera es ligeramente alcalina. No obstante, la elaboración se basa en todo el grupo cuando el pH es ligeramente ácido.
- Cuando el pH desciende a niveles de 3,8-3,5 y la acidez total alcanza o supera un valor del 1,20 %, su desarrollo y actividad se inhiben.
- Las bacterias responsables de la fermentación de las aceitunas son mesofílicas y como tal no aparecen a temperaturas inferiores a 15 °C. Crecen y fermentan lentamente a 15-18 °C, fermentan bien a 19-23 °C y alcanzan la máxima actividad a una temperatura de 23-27 °C. En general, a temperaturas superiores a 30-32 °C prácticamente son inactivas.

• Fermentación de las aceitunas verdes en salmuera

La fermentación de las aceitunas verdes es un fenómeno puramente biológico resultado de la competencia entre los distintos grupos de microbios de la microflora mixta inicial. Es esencial, por tanto, que los técnicos encargados del proceso establezcan las condiciones necesarias en las fermentadoras para que las bacterias lácticas útiles predominen progresivamente sobre los grupos nocivos de microbios.

- Las aceitunas deben introducirse en recipientes de capacidad variable y cubrirse con salmuera cuyo contenido en sal sea lo más alto posible sin que se arrugue el fruto. En general, las variedades con frutos de grandes dimensiones toleran menos sal en la salmuera que las de frutos pequeños.
- La anaerobiosis total debe acabarse lo antes posible con objeto de inhibir los microbios oxidativos y favorecer sólo los microbios fermentativos que incluyen las bacterias lácticas útiles.
- La salmuera debe acidificarse al comienzo, bien añadiendo ácidos orgánicos o inorgánicos o pasando CO_2 a través de la carga de aceitunas. Un ambiente ligeramente ácido (pH 6,2-6,5) favorece el establecimiento de bacterias lácticas y un valor de pH inicial más bajo inhibe su desarrollo.
- La salmuera debe enriquecerse con sustancias fermentables extra en el caso de que no sean suficientes. El jarabe de cerelosa da buenos resultados, así como la sacarosa que se emplea con éxito en las industrias de aceitunas de mesa de Andalucía.
- Debe controlarse regularmente la acidez total (volumétricamente) y el valor del pH con el ionómetro. Si la fermentación tiene lugar con normalidad, la acidez total aumentará progresivamente y el valor del pH disminuirá en la misma medida.
- También debe controlarse con regularidad el contenido de sal en la salmuera. No hay que olvidar que desciende al comienzo hasta que se alcanza un equilibrio entre la salmuera y las aceitunas. A continuación, la sal sólida ha de disolverse en la salmuera haciéndola circular mediante una bomba portátil hasta que el contenido de sal aumente desde un 5-5,5 % hasta un 8 % al término del proceso de fermentación.
- La temperatura de la salmuera tiene que mantenerse entre los 15° C y los 27-30 °C durante la fermentación.

Hay que evitar que descienda por debajo de los 15 °C pasando parte de la salmuera a través de un intercambiador caliente portátil. Con estas condiciones, la fermentación no se interrumpe hasta que todos los componentes fermentables se hayan convertido en ácido láctico, con una acidez total estabilizada al final del proceso en un 0,8-1 %.
Se considera que el proceso ha tenido éxito cuando las bacterias lácticas superan a otros grupos de microbios. En ese momento es poco probable que se interrumpa la fermentación y hay pocas posibilidades de deterioros.
Debe recordarse que sólo las levaduras coexisten con las bacterias lácticas y convierten algunos de los azúcares en alcohol y CO_2. Siempre que las bacterias lácticas predominen, las levaduras no crearán problemas especiales.

• Métodos para el correcto desarrollo de la fermentación láctica

Estos métodos son los siguientes:
- La temperatura de la salmuera debe mantenerse entre 18 °C y 30 °C durante la fermentación.
- En el caso de un bloqueo de la fermentación[69], cuando las levaduras predominan sobre las bacterias lácticas, la adición de azúcar sólo sirve para agravar el problema. En este caso, debe eliminarse la salmuera y sustituirla por una nueva, en la que vayan disueltos componentes fermentables más jugo de tomate o naranja pasteurizados, que la enriquecen con micronutrientes (aminoácidos, minerales, vitaminas, etc.). Además, ha de inocularse la salmuera con un cultivo de bacterias lácticas o con salmuera procedente de recipientes en que haya tenido lugar una fermentación activa.
- Después del tratamiento alcalino y el lavado deben añadirse a la salmuera sustancias extra fermentables, si han quedado cantidades insuficientes en la pulpa. La cantidad añadida tiene que ser suficiente para dar a la salmuera, a través de la fermentación, un acidez total de 0,81 % de ácido láctico. La cantidad necesaria se añade en forma de jarabe de cereales (cerelosa) o de sacarosa en la fase de completa actividad de las bacterias lácticas y nunca al final de la fermentación. Antes de la adición de sustancias fermentables, es indispensable realizar un examen microscópico o un cultivo de una muestra de salmuera, para garantizar que las bacterias lácticas predominan sobre las levaduras. Es aconsejable añadir la mitad de la cantidad previamente decidida y el resto una semana después o más tarde y sólo cuando se haya visto que la acidez total ha aumentado.
- En algunos casos, la carga de aceitunas debe ser inoculada con un cultivo de bacterias lácticas o con salmuera procedente de una cuba de fermentación normal.
- En dos momentos hay que acidificar la salmuera: al comienzo del proceso hasta que se alcance un valor pH de 6,2-6,5, y al final, cuando la acidez sea inferior al 0,8-1 %. En el primer caso, se pasa una corriente de CO_2 a través de la carga de aceitunas y en el segundo caso se añade ácido láctico. Sin embargo, es más económico añadir cerelosa durante la fermentación activa.
- El contenido de sal de la salmuera tiene que controlarse continuamente. Al comienzo, la salmuera tiene una alta concentración de sal que decrece cuando se alcanza el equilibrio entre la salmuera y la pulpa del fruto. El nivel nás bajo de sal es el que hay que conservar constante durante todo el período a baja temperatura. En este caso, el contenido de sal aumenta gradualmente al disolverse la sal sólida en la salmuera durante la primavera y el verano para alcanzar el 8 %. Excepcionalmente, si las aceitunas permanecen en las cisternas durante el verano, el contenido de sal de la salmuera deberá estabilizarse en un valor del 8,5 %, para impedir el desarrollo de Propionibacterias (fase anterior al deterioro conocido como «zapatería»).

Maduración de las aceitunas fermentadas

Las aceitunas fermentadas se conservan en cisternas cubiertas con salmuera madura durante un período de 30-40 días o hasta de dos meses, a fin de que desarrollen al máximo sus características organolépticas. La maduración es más necesaria para las aceitunas que han sido fermentadas durante un corto período de tiempo.

Clasificación y calibrado

Las aceitunas fermentadas son bombeadas fuera de las cisternas, separadas de la salmuera y colocadas en una cinta transportadora de la que se retirarán a mano los frutos defectuosos. Se presta especial atención a la textura de la pulpa, y toda aceituna que no tenga el típico color amarillo verdoso se descarta con la ayuda de un ojo electrónico. El calibrado se efectúa haciendo pasar los frutos por una calibradora basada en unos cables progresivamente divergentes. Las aceitunas corren a lo largo de dos de estos cables y caen cuando su diámetro es más pequeño que la distancia que los separa. En general, se distinguen nueve calibres.

Deshuesado y relleno de las aceitunas verdes fermentadas

En España, es tradicional deshuesar las aceitunas verdes fermentadas y rellenarlas con pimiento rojo, cebollas, anchoas, alcaparras, etc.
La misma técnica se ha adoptado también en otras áreas (California, Grecia, norte de África, etc.), si bien no ha conseguido imponerse en el mercado con la misma fuerza.
En un principio, tanto el deshuesado como el relleno se efectuaban a mano, realizándose ahora a máquina. Los pimientos se pelaban, lavaban, salaban y se cortaban en tiras para rellenar las aceitunas. Pero este procedimiento ha evolucionado gradualmente.
En la actualidad, los pimientos se trituran, se envasan en latas de 5 kg y se someten a un tratamiento térmico. Luego la pasta se mezcla con goma guar y alginato sódico, se ho-

mogeneiza y se deja solidificar en capas. A continuación, se introducen en una máquina que deshuesa y rellena las aceitunas. Aunque el producto final no tiene las características gustativas y aromáticas de las aceitunas rellenas a mano, estas máquinas han hecho posible seguir manufacturando este producto cuyo coste resultaría imposible de otra forma.

Envasado final para el comercio minorista

Una vez rellenas, las aceitunas se envasan en frascos de vidrio pequeños o en contenedores de cristal o metálicos de 5 kg, que se rellenan con salmuera fresca, acidificada con ácido láctico y con un contenido en sal del 6 % y un pH de 4,0 o menos. Antes se utilizaba la salmuera madura para el relleno, pero ya no se emplea porque dejaba en el fondo un sedimento inadecuado. La pasterización, si se efectúa, requiere 5-20 minutos a una temperatura de 80 °C para los recipientes de vidrio, y 12 minutos, para las latas.

No se produce la fermentación de los azúcares de los pimientos rojos, con lo que no se forma sedimento. En algunos casos, se añaden al producto envasado pequeñas cantidades de ácido cítrico. Estas aceitunas se exportan a todo el mundo y, en general, se consumen como aperitivo.

Una gran parte de las aceitunas verdes estilo español no se deshuesa y se envasa de la misma forma que las aceitunas rellenas. Las pequeñas industrias todavían utilizan pimientos genuinos que han sido fermentados y cortados en tiras y rellenan a mano las aceitunas deshuesadas. Aunque el coste de producción es excesivamente alto, estas aceitunas tienen un excelente sabor, aroma y cualidades comestibles.

ACEITUNAS NEGRAS AL NATURAL

INTRODUCCIÓN

Las aceitunas negras al natural se denominan así porque se dejan en el árbol hasta que maduran, y adquieren una coloración negro purpúreo o negro azabache. Entonces, se introducen en una salmuera concentrada para que pierdan la mayor parte de su amargor. De acuerdo con las Normas CODEX/COI pueden conservarse en salmuera, por esterilización o con adición de conservantes. Sin embargo, en la prác-tica casi siempre se conservan en salmuera concentrada.

Se diferencian de las aceitunas negras aderezadas en que deben su color negro al contenido de antocianinas de la pulpa y no a la oxidación de los polifenoles en un medio alcalino. Su pulpa es también más blanda.

En los datos estadísticos internacionales no se hace distinción entre estos dos tipos de aceitunas negras, cuya producción media anual en el período comprendido entre 1986-1987 y 1991-1992 ascendió a 314.000 toneladas, lo que representa el 36 % de la producción mundial de aceitunas de mesa. Últimamente, las aceitunas negras aderezadas se producen en mayor cantidad que las negras al natural, y parece que esta tendencia va a continuar.

Según los datos bibliográficos, las aceitunas negras al natural, en salmuera, ocupan el segundo lugar en el comercio mundial, después de las aceitunas negras en sal seca[37], y son muy apreciadas por consumidores y fabricantes por los siguientes motivos:

- Su modo de preparación es relativamente más sencillo que el de otras preparaciones comerciales de aceitunas.
- El producto final conserva el aroma y el sabor del fruto original.
- Sus métodos de elaboración son naturales.
- Cuando el fruto se deja en el árbol hasta su completa madurez, se asegura el máximo rendimiento.

PAÍSES PRODUCTORES DE ACEITUNAS NEGRAS AL NATURAL

El principal país productor de aceitunas negras al natural es Grecia, dode está prohibido por ley, desde 1939[9, 26], el ennegrecimiento de las aceitunas con álcalis, lo que le ha dado el privilegio de asociar su nombre, desde hace más de cincuenta años, a las aceitunas negras al natural, en salmuera. Cantidades relativamente importantes de esta preparación comercial se producen también en Turquía, en diversos países de Oriente Medio (sobre todo, Siria y en menor medida Jordania y Líbano) y en Yugoslavia, Chipre, Egipto, etc.

Así como las aceitunas verdes fermentadas son características de España, las negras al natural representan la preparación comercial más tradicional de Grecia. Se utiliza principalmente la variedad Conservolea y, en menor medida, algunas variedades de doble aptitutd, como Kothreiki y Egoumentisa (ambas consideradas por muchos investigadores clones de la Conservolea), Kolovi, Adrammytini, etc.

Es digno de mención que aún hoy muchos productores griegos creen que las aceitunas aumentan de peso si se dejan en el árbol hasta su completa maduración, si bien estudios recientes demuestran que el peso máximo del fruto se alcanza cuando la piel adquiere una coloración rojo oscuro.

La variedad Conservolea proporciona el fruto ideal para esta preparación comercial dadas sus incomparables características naturales y químicas[12].

EVOLUCIÓN DE LAS TÉCNICAS DE ELABORACIÓN DE LAS ACEITUNAS NEGRAS AL NATURAL

Durante siglos se han producido en Grecia aceitunas negras al natural, con técnicas artesanales y basadas en la experiencia. Los olivareros dejaban los frutos en el árbol hasta la maduración, e incluso pasada ésta, si bien se procedía siempre a la recolección antes de las primeras heladas, ya que, de otro modo, los frutos se arrugaban y sólo servían para la extracción de aceite[14].

Hasta comienzos de los años cincuenta, la mayoría de los olivareros preparaban también las aceitunas y llevaban el fruto maduro a sus casas, donde las almacenaban en cubas de madera en sótanos o subterráneos de sus propias viviendas. Las cubas se hacían de madera de buena calidad y tenían forma de cono truncado, de una altura aproximada de 2-3 metros, y con una válvula en el fondo para el drenaje de la salmuera. Su capacidad oscilaba entre los 500 kg y las 5-6 toneladas.

Las aceitunas se colocaban en cubas a medida que llegaban del olivar. Actividades preliminares como el clasificado, el calibrado y el lavado con agua eran desconocidas, tanto por falta de espacio y de facilidades como por ignorancia. Las cubas se llenaban gradualmente durante un espacio de tiempo de varios días o incluso de semanas, dependiendo de la marcha de la recolección. Durante este período, las cubas permanecían abiertas y las aceitunas se cubrían con un 10 % de salmuera. Una vez llenas, se tapaban con trozos de saco y una rejilla de madera, sobre la cual se colocaban dos o tres piedras pesadas para mantener las aceitunas sumergidas en la salmuera continuamente. No existían condiciones anaeróbicas y la salmuera que flotaba sobre la rudimentaria cubierta estaba sujeta a la aparición de microbios oxidativos en forma de una membrana viscosa de uno o varios centímetros.

A causa de los fenómenos osmóticos (primero) y de difusión (después), el contenido en sal de la salmuera se reducía al 6-7 % y, en ocasiones, durante el período invernal, al 4-5 %. Como los tejidos del fruto permanecían con vida durante cierto tiempo (aproximadamente 50 días según los investigadores españoles)[39], el equilibrio entre la salmuera y la pulpa llevaba mucho tiempo. Al principio de la primavera, se añadía gradualmente sal gruesa a los recipientes, hasta alcanzar o incluso superar un 12-14 %. Normalmente los frutos se arrugaban y estaban excesivamente salados. Sin embargo, el alto contenido de sal era el único modo de garantizar la conservación del producto. Se desconocía la circulación de la salmuera y no se sabía nada de los cambios físico-químicos que tenían lugar en la pulpa de la aceituna. Tampoco se conocía la composición o la ación de la delgada membrana que se formaba en la superficie de la salmuera.

Las aceitunas se dejaban en una salmuera, poco concentrada primero y más densa después, hasta el final del verano y durante este tiempo los frutos perdían la mayor parte de su amargor[40]. Al mismo tiempo, las aceitunas se aderezaban, perdían la mayor parte de su acidez y desarrollaban sus características gustativas, aromáticas y comestibles.

Posteriormente, las aceitunas se extraían de la salmuera y se extendían sobre tablas para exponerlas al aire durante dos o tres días, a fin de provocar la oxidación de las sustancias colorantes de la pulpa. El producto final estaba ligeramente arrugado, perceptiblemente salado y algo amargo. El vaciado de los recipientes era una operación larga y laboriosa que se realizaba introduciendo en las cubas cestos que eran cargados por una persona que se encontraba en el interior de la cuba. Es evidente que de esta forma era difícil conseguir la más elemental higiene. Hoy en día se han eliminado estas cubas y, cuando se usan, la descarga se lleva a cabo por medios mecánicos.

Antes del envasado final, las aceitunas se clasificaban a mano y luego se calibraban mecánicamente. Seguidamente se colocaban en recipientes rectangulares barnizados por dentro, con una capacidad de 15-20 kg. También se utilizaban barriles de madera de 50-130 kg. En todos los casos los recipientes se llenaban con salmuera nueva de más baja concentración que la madura. Una vez envasadas se enviaban al mercado, tanto interior como exterior, con la denominación «aceitunas negras griegas al natural, en salmuera». Su color era negro tendiendo a rojizo-violeta y sus características organolépticas eran excelentes. Estas características han sido siempre muy apreciadas por los consumidores y han hecho que ocuparan un lugar firme en el mercado.

En la mayoría de los casos, los productores solían vender las aceitunas elaboradas a los envasadores, que disponían de instalaciones rudimentarias para la exposición al aire de los frutos, la clasificación, el calibrado y el acondicionamiento.

INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS SOBRE LAS ACEITUNAS NEGRAS AL NATURAL

Los primeros intentos de controlar científicamente la elaboración de las aceitunas negras al natural tuvieron lugar en las décadas de 1950 y 1960. En 1952, se constituyeron en Grecia las cinco primeras cooperativas industriales para la elaboración de aceitunas verdes de estilo español, utilizando cubas de madera o cisternas de hormigón. Ocasionalmente, las mismas fábricas comenzaron a almacenar y elaborar aceitunas negras paralelamente a las verdes y éste fue el comienzo de la producción industrial de aceitunas negras al natural. En la década de 1950, casi el 80 % del total de aceitunas de mesa producido fue almacenado por los productores y el 20 % restante se enviaba a las fábricas. En 1972, este porcentaje descendió del 80 al 50 %, y en la actualidad, la cantidad que queda en manos de los productores se sitúa en torno al 20-25 % del total.

Los primeros trabajos de investigación sobre las aceitunas negras al natural se efectuaron a mediados de los años sesenta[11, 2]. Se trató de determinar la naturaleza de las aceitunas negras, su composición y las medidas que serían adecuadas para mejorar su conservación y sus cualidades comestibles. Se tomaron y analizaron asimismo muestras de salmuera y de la membrana que se formaba en la superficie[4, 52]. Los resultados más importantes de estas investigaciones fueron los siguientes:

- Normalmente los valores del pH de la salmuera oscilaban entre 3,9 y 7,1, aunque debía estar en torno al 5,5 % con una acidez total de 0,1-0,2 cuando no había ningún tipo de fermentación.

- La acidez volumétrica variaba entre el 0,1 y el 0,5 %, lo cual demostraba que la fermentación sólo tenía lugar en algunos recipientes.
- El contenido proteínico de la pulpa y de la salmuera era escaso (12,5-65,4 mg por 100 cc de salmuera), pero suficiente para permitir el desarrollo de microbios, ya fuesen útiles o nocivos, si había otros factores favorables.
- El contenido de sal variaba entre el 0,8 y el 19,3 %, lo que demostraba que cada productor seguía sus propias pautas de elaboración. Un contenido de sal por encima de un 8-10 %, provocaba el arrugamiento del fruto y deterioraba sus características organolépticas, confiriéndole un sabor excesivamente salado.
- Las sustancias fermentables oscilaban desde cantidades despreciables hasta el 0,42 %, lo que indicaba que en algunas fases se habían desarrollado los microbios y después habían sido vencidos.
- El contenido en taninos de la salmuera, un tanto alto, oscilaba entre el 1,5 y el 2,5 %.
- La capacidad tampón de la salmuera presentaba un valor máximo de pH del 3,4-3,9, y un mínimo de 7,25, similar al de otras preparaciones comerciales de aceitunas de mesa. Sin embargo, la intensidad de esta capacidad era relativamente escasa debido al bajo grado de acidez en la salmuera y a la total ausencia de residuos alcalinos.

En definitiva, la conservación de las aceitunas negras al natural en las granjas de propiedad familiar se basaba exclusivamente en el alto contenido de sal de la salmuera.

Los otros dos elementos (acidez-pH y anaerobiosis) se consideraban irrelevantes.

Por otro lado, no era aconsejable reducir por debajo del 10 % la cantidad de sal de la salmuera, ya que en tal caso se producirían deterioros en el producto. En cualquier caso, los nutrientes de la excesivamente salada salmuera soportarían la aparición de microbios oxidantes en forma de una delgada membrana superficial que impermeabilizaría la superficie de la salmuera y la aislaría del medio ambiente.

Otras investigaciones se centraron en la composición y función de la citada membrana. Sus conclusiones fueron las siguientes[52]:

- La membrana estaba formada por una red de tejidos de hongos superiores, y los espacios vacíos estaban ocupados por células y seudomicelos de levaduras, células bacteriales y tejidos de estreptomicetos.
- En las distintas muestras de membrana se aislaron levaduras, hongos, estreptomicetos y bacterias. Las levaduras pertenecían a los géneros Pichia, Hansenula, Debaryomyces, Candida, Rhodotorula, Trichosporon, Torulopsis y Kloeckera; los hongos, a los géneros Rhizopus, Penicillium, Aspergillus, Paecilomyces, Hormodendrum, Alternaria, y Monascus; y las bacterias a los géneros Micrococcus y Bacillus.

En cambio, no se aislaron bacterias lácticas. Entre los hongos predominaban los géneros *Penicillium* y *Aspergilus*, y en la mayoría de las muestras en las que aparecía el *Penicillium* la especie más frecuente era *Penicillium roqueforti*, la misma que se encuentra en el queso Roquefort. Entre las levaduras, la especie *Candida pelliculosa*, y algunas especies de *Trichosporon* se demostró que podían tolerar la elevada concentración de sal del 22 %.

Se comprobó que la mayoría de los hongos eran pectinolíticos y que ablandaban los tejidos de la aceituna, mientras que los micrococos y algunos bacilos productores de esporas daban origen a pequeñas cantidades de ácidos en la primera fase del proceso. Todos los microbios de la membrana tenían capacidad oxidante y utilizaban como fuente de carbono los ácidos de la salmuera, y las sustancias fermentables, lo que provocaba un aumento del valor del pH.

Estos cambios preparaban el terreno para el desarrollo de las altamente nocivas bacterias proteolíticas, si bien éstas eran muy sensibles a la sal y sólo se desarrollaban cuando la concentración de la salmuera descendía a niveles bajos. Este hecho justifica que los elaboradores añadieran grandes cantidades de sal a la salmuera hasta alcanzar un 10 % o incluso un 18 % en algunos casos, con objeto de evitar fermentaciones butíricas, zapatería, etc., que generalmente son causadas por estas bacterias proteolíticas. Muchos microbios de la membrana (todos los hongos, la mayor parte de las levaduras, los micrococos y algunos bacilos productores de esporas) eran lipolíticos, segregaban lipasa, la enzima que es responsable de la hidrólisis de parte de los triglicéridos y, por consiguiente, del enranciamiento, a través de la acción del oxígeno sobre los ácidos grasos libres de la pulpa de la aceituna. Por último, los estreptomicetos eran responsables del «olor a tierra» de algunas partidas de aceitunas negras al natural.

Para evitar las adversas consecuencias mencionadas, se recomendó a los productores y a todos los que participaban en el proceso de elaboración de las aceitunas negras al natural que garantizasen unas condiciones anaerobias en los recipientes en que fermentaban las aceitunas y en los que se envasaban, utilizando las técnicas descritas en el apartado Preparación de las aceitunas negras al natural en salmuera, pág. 322, con objeto de impedir el desarrollo de la membrana superficial.

Se puso de relieve que la membrana era la causa principal de graves deterioros en las aceitunas negras al natural en salmuera, aun cuando en los casos en que era difícil garantizar la anaerobiosis, se recomendaba que se considerara a dicha membrana como inevitable y se dejara intacta, pues, en caso contrario, se formaría una nueva a los pocos días, lo que aceleraría el proceso de deterioro de las aceitunas.

Otras investigaciones demostraron que las aceitunas negras al natural sumergidas en salmuera y colocadas en estrictas condiciones anaeróbicas podían experimentar una fermentación láctica completa[11], si bien el producto final presentaba un color rojo cereza debido a su bajo pH y un

perceptible sabor ácido, características incompatibles con la preparación comercial tradicional de las aceitunas negras al natural, en salmuera.
Los resultados mencionados[3] se dieron a conocer en un Seminario Internacional sobre Olivicultura celebrado en Perugia (Italia) en 1967. En las actas de este Seminario se publicaron las técnicas para este tipo de preparación y las mejoras propuestas a la industria griega, técnicas que desde entonces han sido adoptadas también por otros países productores. La técnica de preparación es sencilla y tiene como resultado un producto final con unas características organolépticas mejores que la mayoría de las otras preparaciones comerciales.
En este tiempo, España demostró su interés por este tipo de producto y aumentó su producción de aceitunas negras al natural en salmuera, elevándola en los siete años posteriores al Seminario[27] de 1.000 a 12.000 toneladas, aunque después decrecería por las razones que se explican más adelante.

PREPARACIÓN DE LAS ACEITUNAS NEGRAS AL NATURAL EN SALMUERA

El método tradicional de elaboración de las aceitunas negras al natural en salmuera, tal como se ha ido configurando a partir de los resultados de las investigaciones realizadas durante más de cuarenta años y de la experiencia de la industria desde los años cincuenta, es el siguiente:

Recolección de las aceitunas.
↓
Transporte a la fábrica.
↓
Colocación de las aceitunas directamente en cisternas.
↓
Rellenado con agua.
Sustitución del agua por salmuera.
Fermentación. Supresión del amargor.
↓
Retirada de las aceitunas de las cisternas.
↓
Clasificación. Calibrado.
↓
Retorno a las cisternas.
↓
Retirada para envasado.
↓
Envasado para la venta.
↓
Clasificación para la comercialización. Calibrado.

Las aceitunas de la variedad Conservolea, cuando se elaboran adecuadamente, dan aceitunas de mesa de excelente calidad que se exportan en su mayoría.
Cuando se utilizan aceitunas de variedades de doble aptitud (Kothreiki, Egoumenitsa, Adramyttini, Kolovi, Megaritiki, Agouromanacolea), la calidad es menos buena y se venden a precios bajos, consumiéndose principalmente en los mercados locales. Pequeñas cantidades se exportan a países del Tercer Mundo.
Los detalles de cada etapa son los siguientes:

Materia prima

La recolección se inicia cuando el fruto ha alcanzado la completa maduración o en la fase inmediatamente anterior (del 15 de octubre a finales de diciembre). El color de la drupa cambia, según el lugar de origen y la fase de maduración, del negro rojizo al negro azabache.
Las aceitunas maduras son muy sensibles a los daños. Su pulpa es más blanda que la de las verdes y se magullan y arañan con facilidad.
Además, generalmente las aceitunas maduras se recogen en malas condiciones meteorológicas, a menudo cuando está lloviendo, por lo que con frecuencia terminan llenas de barro o mojadas. Y todavía en la actualidad un 25 % de la cosecha se almacena en las rudimentarias instalaciones de los olivareros, sin agua corriente, ni ningún tipo de equipos mecánicos o de sistemas de desagüe para los efluentes.
Un factor de especial importancia para este tipo de preparación es el color natural del fruto, razón por la cual las aceitunas se dejan en el árbol el mayor tiempo posible. No obstante, la recolección debe hacerse antes de las primeras heladas que pueden destruir los tejidos del fruto. El hecho de que las aceitunas permanezcan sin coger durante el mayor tiempo posible las expone a ataques tardíos de Dacus y este factor, junto con los daños de las heladas, son los principales problemas con que se encuentran los productores de este tipo de aceituna. Además, la recolección tardía altera la actividad fisiológica del árbol, que consume todos los componentes nutritivos disponibles. Por otra parte, como el cuajado se produce sobre las ramas de dos años, no hay vitalidad o reservas de nutrientes para cuajar al año siguiente. En consecuencia, en los olivares que producen aceitunas negras el fenómeno de la vecería se deja sentir especialmente.

Recolección

La recolección se efectúa de tres formas: a mano, por ordeño o mediante «vareo».
Como las aceitunas negras son más delicadas que las verdes, la recolección se realiza a mano y por ello es muy costosa. En Grecia, Argelia y otros países es corriente golpear los árboles con varas para desprender el fruto, si bien este procedimiento daña al árbol y al fruto. De hecho es ilegal en Argelia. Los olivareros todavía recurren a este método con objeto de reducir costes y también cuando las copas son demasiados altas para coger los frutos a mano.
La recolección a mano es económica cuando la copa del árbol es de tamaño medio o pequeño y accesible para los

aceituneros de pie en el suelo o sobre una pequeña escalera. En las nuevas plantaciones se facilita este tamaño de la copa.

En las aceitunas negras existe una relación inversamente proporcional entre el color y la textura de la pulpa; en efecto, las aceitunas con buen color tienen una textura más pobre que las más claras y viceversa.

Si se realiza al mismo tiempo toda la recolección, parte de las aceitunas son verdes o rojizas. Estas últimas se elaboran por separado y se venden como aceitunas de color cambiante en salmuera. Se trata de una preparación distinta, aunque de hecho son un subproducto de las aceitunas negras al natural y se venden a un precio más bajo.

Transporte

Las aceitunas se colocan en recipientes apilados, que tienen unos orificios para la aireación, y una capacidad que oscila entre 20 y 35 kg. Las canastas con capacidad para 45-50 kg ya no se utilizan, dado que dañan mucho a los frutos.

Seguidamente, los recipientes se cargan en camiones o en plataformas arrastradas por tractores, para llevarlos a la fábrica. El transporte debe efectuarse lo antes posible, de tal forma que si la fábrica está lejos del olivar, el viaje suele hacerse de noche procurando que exista una abundante circulación de aire a través de la carga de aceitunas.

Colocación de las aceitunas en las cisternas

A su llegada del olivar, las aceitunas van directamente a las cisternas (después de tomar una muestra). Se previene el magullamiento de las primeras aceitunas que caen mediante una capa de agua en el fondo de cada cisterna. En las grandes fábricas se omite la clasificación y el calibrado, si bien en algunos centros se desechan peviamente las aceitunas magulladas, deformes, dañadas por insectos o con imperfecciones de otro tipo. A continuación, se lavan con agua para quitarles la tierra y otras impurezas y se introducen en las fermentadoras cubriéndolas con salmuera. El contenido de sal oscila entre el 6 y el 8 % en el caso de las aceitunas verdes rojizas y entre el 8 y el 10 % en el caso de las negras. Las fermentadoras se cierran herméticamente para garantizar una total anaerobiosis.

Algunas fábricas tienen la costumbre de dejar en agua las aceitunas durante 6-8 días en vez de lavarlas con agua a presión. Seguidamente, se elimina el agua y se sustituye por salmuera. Este método tiene la ventaja de mejorar la textura de la pulpa y la intensidad del color, y proporcionar una mayor resistencia al arrugado en las siguientes fases de elaboración. No obstante, se trata de una práctica arriesgada y aunque es una técnica estándar para la variedad Kalamata, se ha demostrado que las bacterias lácticas se desarrollan en el líquido de gobierno y fermentan los azúcares que se difunden por la pulpa, alcanzando una acidez de un 1 % (1 g de ácido láctico por 100 cc de líquido de gobierno) y favoreciendo el subsiguiente desarrollo de bacterias gram-negativas. Los investigadores españoles recomiendan un lavado inmediato con agua a presión[19,20].

Fermentación

El tratamiento preliminar incluye la inmersión de las aceitunas en una salmuera concentrada, en condiciones de anaerobiosis prácticamente completa.

La sal actúa como factor deshidratante, transfiriendo a la salmuera parte de los componentes hidrosolubles de la pulpa. Inhibe el desarrollo de bacterias proteolíticas, sensibles a las altas concentraciones salinas y que toleran la sal mucho menos que las bacterias lácticas. Cuando la salmuera está muy diluida, se observa un predominio de las bacterias proteolíticas, que segregan encimas proteolíticas, y rompen las proteínas, dando lugar a subproductos de olor desagradable (NH^3 = amoníaco; H_2S, indol, etc.), lo que provoca notables alteraciones en el fruto. Las bacterias lácticas pueden tolerar concentraciones de sal hasta más del 8 %. La sal contribuye también a la formación de buenas cualidades organolépticas en el producto final y conserva las aceitunas a través de las diferentes etapas de elaboración.

Para el curso normal de la fermentación y del endulzado es fundamental el contenido inicial de sal en la salmuera, que debe ser lo más alto posible sin dañar al fruto[57]. La tolerancia depende de la variedad de aceitunas, de la región de cultivo, del tamaño del fruto, inversamente proporcional a su tolerancia y al tipo de cultivo (las aceitunas de olivares de secano son más resistentes a la sal que los de olivares de regadío).

En las cisternas, la sal se mueve de la salmuera al fruto y los componentes hidrosolubles lo hacen en sentido inverso. De acuerdo con los datos bibliográficos españoles[27], el equilibrio se alcanza a los 50 días aproximadamente, dado que estas aceitunas no están sometidas a un tratamiento alcalino y las membranas citoplásmicas permanecen vivas durante bastante tiempo.

Debido al intercambio de sal y componentes hidrosolubles entre la salmuera y la pulpa, la sal original de la salmuera desciende de un 8-10 % a un 6-6,7 % y en algunos casos incluso más. Permanece a ese nivel hasta el inicio de la primavera, favoreciendo el desarrollo de las bacterias lácticas útiles. No obstante, durante la primavera y el verano, el contenido de sal de la salmuera recupera gradualmente los niveles iniciales con un máximo de un 8 %.

En las aceitunas negras al natural no es deseable un alto índice de acidez y el aumento del contenido de sal de la salmuera es un medio fácil de inhibir el desarrollo de las bacterias lácticas. Por este motivo, algunos fabricantes solían añadir sal sobre las cubiertas de madera, que se separaban (nunca eran de una sola pieza) para que la salmuera circulara llevando la sal consigo.

No es aconsejable, y ya no se emplea, la práctica de permitir el desarrollo de hongos, a fin de garantizar el consumo de azúcares o ácidos, sobre todo porque la mayoría de

Cisternas de poliéster enterradas para la fermentación de aceitunas negras.

los hongos de la salmuera segregan microtoxinas. Para homogeneizar la salmuera es necesario hacerla circular por medio de una bomba portátil, sobre todo en las cisternas de gran capacidad.

En una salmuera de concentración igual o inferior al 80 % pueden desarrollarse microbios de tres tipos: aerobios o meramente oxidantes; anaerobios en sentido estricto y otros, tanto aerobios como anaerobios.

El desarrollo de los primeros se impide con la anaerobiosis, mientras que en el caso de los estrictamente anaerobios (en su mayor parte clostridios), la inhibición se obtiene con el aumento del contenido de sal y con la acidez.

Los microbios de interés para las aceitunas negras al natural, junto con las levaduras, son las bacterias lácticas que pertenecen a la tercera categoría. Alguos estudiosos españoles sostienen que la fermentación en las aceitunas maduras se debe exclusivamente a las levaduras[27, 35, 37]. Sólo en la salmuera de una variedad (Hojiblanca) se han aislado excepcionalmente bacterias lácticas cocoformes, pero no está claro cómo puede formarse un apreciable grado de acidez, dado que las levaduras no producen ácidos, sino que, por el contrario, los utilizan a menudo como fuente de carbono para su desarrollo[45].

En cambio, según la bibliografía griega[10], las aceitunas negras al natural experimentan, en las condiciones descritas, una fermentación láctica típica. La diferencia entre los dos tipos de fermentación reside probablemente en la distinta concentración de polifenoles en la pulpa de las distintas variedades de aceitunas.

La anaerobiosis en los contenedores utilizados para el almacenamiento y la fermentación es el principal requisito previo para el éxito de la operación, ya que previene el desarrollo de microorganismos oxidantes y la formación de una membrana altamente nociva en la superficie de la salmuera. En general, las aceitunas negras al natural son menos sensibles que las verdes a la anaerobiosis. Es interesante señalar que el problema de la anaerobiosis sólo comenzó a tratarse seriamente por la industria de aceitunas de mesa en Grecia hacia 1952. La solución que se encontró fue utilizar los mismos tanques esféricos de poliéster que se usan para las aceitunas verdes pero enterrándolos. Los beneficios que proporciona son: la temperatura es más estable a lo largo del proceso; la elaboración es más fácil y más económica y su colocación en espacios abiertos reduce los costes de construcción de las fábricas. Sin embargo, tiene también inconvenientes, como la dificultad de controlar las filtraciones, el elevado coste de reparación de las paredes de los tanques esféricos (aunque, en general, las cisternas son muy robustas) y que el tiempo lluvioso impide llevar a cabo los trabajos necesarios.

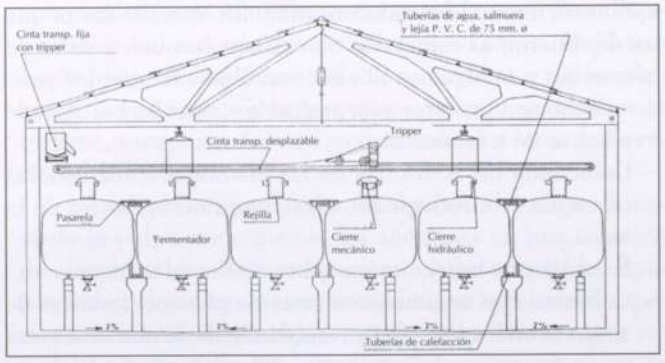
Las cisternas de gran capacidad construidas de hormigón armado que se usaban antiguamente se han sustituido en la actualidad debido a sus graves inconvenientes. El hecho de que pudieran contener 10, 15 o 20 toneladas proporcionaba una excesiva presión a las aceitunas, sobre todo si se trataba de aceitunas maduras. La altura de las cisternas –más de 2,5 m– dificultaba cualquier tipo de trabajo y las grandes aberturas tenían que cerrarse con pesadas cubiertas de madera con lo que nunca se completaba la anaerobiosis. El problema de la carga y descarga se ha resuelto hoy con el uso de bombas de absorción.

Fases del proceso

Cuando las aceitunas maduras de la variedad Conservolea se sumergen en una salmuera con un contenido de sal del 8 % en condiciones anaeróbicas, sus membranas citoplásmicas permanecen vivas, al igual que las células, y liberan grandes cantidades de CO_2. El intercambio de componentes, que se produce por ósmosis, entre el mesocarpio de la aceituna y la salmuera, tiene lugar lentamente. En consecuencia, el contenido en sal de la salmuera se mantiene durante mucho tiempo en niveles altos e inhibe el desarrollo de bacterias proteolíticas que puedan deteriorar los frutos. Por otra parte, los pocos ácidos de la pulpa pasan parcialmente a la salmuera y, así, desde el primer momento el pH es inferior a 7,0, detalle extremadamente importante para las siguientes fases de elaboración.

La anaerobiosis inhibe el desarrollo de microorganismos oxidantes y favorece, en cambio, el de las bacterias gramnegativas, de las levaduras que provocan la fermentación alcohólica y de las bacterias lácticas, de especial importancia para la fermentación y el endulzado de las aceitunas. Entre los tres tipos de bacterias se desarrolla una fuerte competencia, dado que cada una de ellas tiende a predominar sobre las otras dos.

Los polifenoles de la pulpa pasan parcialmente a la salmuera y poco a poco inhiben el desarrollo de las bacterias lácticas, aunque no el de las levaduras[67]. En todos los casos, la fermentación se inicia automáticamente en cuanto se sumergen en salmuera las aceitunas maduras, a causa de la actividad de una flora mixta de hongos, levaduras y bacterias. La pequeña cantidad de aire presente inicial-



Fermentadores elevados.

mente parece favorecer el desarrollo de microorganismos meramente oxidantes, pero, no obstante, este hecho desciende rápidamente. En las primeras fases de la elaboración se liberan grandes cantidades de dióxido de carbono, atribuibles a la actividad de las bacterias gram-negativas (entre las que predominan las colibacterias) y de las levaduras. Según los datos bibliográficos españoles, una significativa cantidad de CO_2 es producida por el metabolismo anaeróbico de la aceituna[21, 26].

Investigaciones realizadas en Grecia han demostrado sin lugar a dudas que las bacterias lácticas se desarrollan tan pronto como las aceitunas se introducen en la salmuera[10]. De ello se infiere que los polifenoles de la Conservolea no son suficientes para inhibir el desarrollo de las bacterias lácticas, en contraste con el hecho de que estas aceitunas no son sometidas a tratamiento alcalino ni lavadas en agua antes de colocarlas en la salmuera. La bibliografía española hace hincapié en los problemas que plantean los polifenoles en la salmuera de las aceitunas negras al natural[39, 43, 44].

El dióxido de carbono que liberan las aceitunas maduras de la variedad Conservolea cuando se sumergen en salmuera ejerce una enorme presión dentro de los contenedores, hasta el punto de que, a veces, las tapas de madera saltan y las aceitunas y la salmuera se derraman.

La fermentación turbulenta inicial se vuelve moderada y en esta fase las bacterias lácticas y las levaduras trabajan paralelamente. La acidez es inferior a la formada en el proceso de fermentación de las aceitunas verdes y alcanza un valor del 0,3-0,5 g de ácido láctico por 100 cc de salmuera. El pH se estabiliza en torno al 4,5-5,5.

La duración del proceso de fermentación está determinada por la variedad del fruto, la temperatura, los cambios, el tipo de microflora, etc. Suele concluir a finales de julio o agosto y se caracteriza por la desaparición de la turbiedad de la salmuera y por la precipitación de las aceitunas al fondo debido al aumento de su gravedad específica.

En las primeras fases de la fermentación, la microflora es heterogénea, mientras que en la fase moderada prácticamente la única microflora presente son las levaduras y las bacterias lácticas. Estas últimas predominan si el proceso de fermentación es normal e incluyen *Streptococcus*, *Leuconostoc* y *Lactobacillus* homofermentativos y heterofermentativos.

En la fase inicial se observa la presencia de *Streptococcus*, sensibles a elevadas cantidades de sal y a una acidez alta. Aparecen después los *Leuconostoc* y a continuación los *Lactobacillus* heterofermentativos, representados principalmente por la especie *Lactobacillus brevis*, y finalmente los *Lactobacillus* homofermentativos, entre los que figuran sobre todo los *Lactobacillus plantarum*, que, entre las bacterias lácticas, son los más resistentes a la sal y a la acidez.

Los rasgos característicos de las aceitunas negras al natural son el color megro y el gusto ligeramente amargo. Para obtenerlos, la fermentación debe ser lo más moderada posible, lo que se consigue de dos modos diferentes:

- Aumentando el contenido de sal de la salmuera por encima del 8 %, a fin de reducir la actividad de las bacterias lácticas.
- Neutralizando el exceso de ácido láctico con hidróxido de sodio a fin de que el valor final del pH no sea inferior a niveles del 4,5.

La práctica anterior de usar salmuera con un 10 % de sal o más, al mismo tiempo que impedía la fermentación láctica, proporcionaba un producto final arrugado, completamente negro, de sabor ligeramente amargo y perceptiblemente salado. Conviene señalar que una acidez total superior al 0,5 % da unas aceitunas de color cereza, con un sabor muy amargo, características que se consideran inaceptables para las aceitunas negras al natural en salmuera, estilo griego. Sin embargo, algunos olivareros y fabricantes siguen utilizando esta técnica, pero sus aceitunas tienden a ser populares sólo entre la población local que las consume más como alimento que como aperitivo. También son apreciadas en algunos mercados del Este de Europa y del Tercer Mundo.

En el curso de la elaboración, las aceitunas pierden sus componentes hidrosolubles y, al mismo tiempo, absorben sal. Estos dos procesos no se neutralizan uno a otro, por lo que siempre hay una pérdida de peso en las aceitunas. Esta pérdida es mayor en los frutos procedentes de árboles de regadío que en olivares de secano y aumenta proporcionalmente con el tamaño de las aceitunas. En la bibliografía se señala que esta pérdida de peso puede ser de más de un 10 %, si bien en las modernas procesadoras se reduce al 2-3 %, si el proceso de fermentación está controlado por personal técnico competente y experto[57].

La variedad Conservolea es ideal para la producción de aceitunas negras al natural, ya que sus frutos tienen una cantidad media de sustancias fermentables, suficientes sustancias colorantes y polifenoles, para permitir el desarrollo de las bacterias lácticas. Tienen también una pulpa compacta y una piel fina y resistente. Una elevada concentración de azúcares en la pulpa no es deseable, ya que perjudicaría el color y el sabor del fruto.

El defecto de alambrado que solía ser un problema de la producción de aceitunas negras en España sólo sucede cuando las aceitunas de la variedad Conservolea se elaboran en medio rural. Raramente se produce en modernas instalaciones industriales.

Endulzado de las aceitunas

La peculiaridad de las aceitunas negras al natural radica en que el endulzado se basa en el efecto de lixiviación de la salmuera. Se trata de un proceso lento que dura de 3 a 9 meses y su principal inconveniente es que el capital permanece inmovilizado durante tan largo período.

Por el contrario, las aceitunas ennegrecidas por oxidación pueden estar listas en el mercado un mes después de la recolección.

Por tanto, en los mercados nacionales e internacionales existe una fuerte competencia entre los dos tipos de aceitunas negras, que se preparan en condiciones muy desiguales. Este hecho debe tomarse seriamente en consideración.

El perceptible sabor amargo de las aceitunas negras al natural es una cualidad característica apreciada por los consumidores. Por otro lado, se ha demostrado que la oleuropeína no sólo no es nociva para el organismo humano, sino que es incluso beneficiosa si se consume en pequeñas cantidades[58].

No hay duda de que las aceitunas negras al natural en salmuera, tienen mejor sabor y olor que las demás preparaciones comerciales, si bien su coste de producción representa un grave inconveniente.

Por este motivo, debería derogarse en Grecia el decreto 1.939 (1891) que prohíbe el uso de hidróxido de sodio para ennegrecer aceitunas negras por oxidación, de modo que puedan producirse libremente ambas preparaciones comerciales. Esto beneficiaría a productores y consumidores y, por otra parte, tales restricciones parecen fuera de lugar en una economía libre.

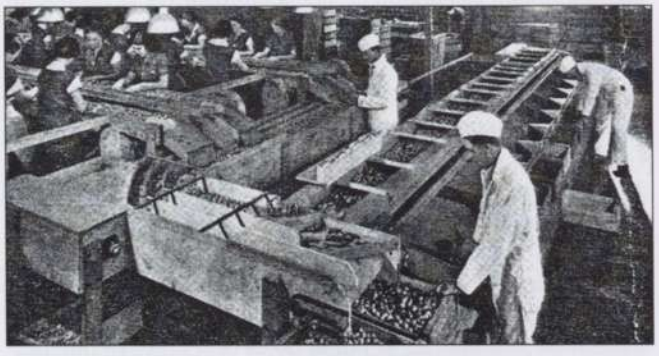
Calibrado y oxidación

El calibrado tiene lugar o bien antes de la introducción de las aceitunas en la salmuera o bien en los meses invernales, cuando la temperatura es baja, después de que las aceitunas hayan vuelto a los mismos contenedores en los que estuvieron cubiertas con salmuera madura hasta que se destinaron al comercio. Se extraen con una bomba de absorción y se exponen al aire, con objeto de que los polifenoles tomen un color más profundo y estable. Esto puede realizarse de tres modos:

- Colocando las aceitunas en las cisternas, cubriéndolas con agua e introduciendo aire comprimido dentro de la masa.
- Extendiendo las aceitunas sobre mesas de madera.
- Colocando las aceitunas en tinas de plástico provistas de agujeros en los laterales y cambiándolas de una tina a otra una o dos veces al día (práctica difundida en Argelia).

El proceso de oxidación lleva tiempo y por ello se omite en las grandes instalaciones industriales, puesto que se considera que las aceitunas se exponen suficientemente al aire durante la clasificación y el calibrado. Es una creencia común que la oxidación mejora el color, a pesar de que es más o menos uniforme según la partida de aceitunas. De todos modos, la falta de uniformidad del color es una característica cualitativa que permite distinguir las aceitunas negras al natural de las aceitunas ennegrecidas por oxidación.

El calibrado se efectúa en función del número de frutos que entran en un kilogramo, si bien hay diferencias según el país de origen.



Clasificación y calibrado de aceitunas frescas.

Envasado

Generalmente, el envasado se realiza en:

- Recipientes de plástico de 40 kg, con tapa atornillada.
- Recipientes de plástico o de estaño con tapón, con un contenido de más de 13 kg.
- Recipientes herméticamente cerrados, con un contenido inferior a 5 kg.

Todos los recipientes se rellenan con salmuera nueva, que contiene bastante sal, para dar, una vez conseguido el equilibrio, menos de un 8 % de sal a la pulpa.

La conservación del producto se basa en el efecto combinado de una acidez y un valor de pH moderados, del contenido en sal de la salmuera y de la anaerobiosis (todos los recipientes están rellenos con salmuera).

Raramente se aplican tratamientos térmicos y sólo para los recipientes de pequeña capacidad y cerrados herméticamente.

El único aditivo utilizado en las «aceitunas negras al natural en salmuera» es la sal. El producto final es ligeramente amargo y tiene un sabor y unas características organolépticas excelentes. El único inconveniente de esta preparación comercial es el coste de producción.

Este tipo de aceitunas se prepara en 62 de las 69 fábricas de aceitunas que hay en Grecia. De ellas, 27 pertenecen a cooperativas y 42 a empresas privadas. La capacidad total de las 69 fábricas es de 98.400 toneladas de aceitunas.

Producción de aceitunas negras al natural en España

Las aceitunas negras al natural empezaron a prepararse en España en 1969, siguiendo el modelo griego, y su produc-

ción total alcanzó 12.000 toneladas en 7 años[28]. Se utilizaban variedades de doble aptitud, como Lechin, Hojiblanca, Verdial, etc. La fermentación se atribuía a las levaduras de la salmuera, en la que sólo se encontraron bacterias lácticas, excepcionalmente en determinados lotes de la variedad Hojiblanca[23].

Los investigadores españoles trataron de mejorar la firmeza de la pulpa sumergiendo las aceitunas en una solución de cloruro cálcico[29]. Para obtener un color aceptable, algunos trabajadores sugirieron una salmuera con un pH superior a 4,5. En trabajos de investigación recientes se ha estudiado la flora de las levaduras que participan en la preparación de estas aceitunas[34]. En todos los casos, los investigadores españoles se han encontrado frente al grave problema del «alambrado», que, en un principio, se atribuyó a diversas causas como bacterias gram-negativas, respiración anormal de la aceituna que todavía vivía al introducirla en la salmuera, bacterias lácticas, etc. Finalmente, se ha demostrado que la causa principal de esta clase de deterioro es la presencia de dos especies de levaduras, *Saccharomyces oleaginosus* y *Hansenula anomala*. Se ha demostrado asimismo que el fenómeno del «alambrado» que se produce en las aceitunas negras al natural es muy diferente del de las aceitunas verdes. Suele presentar la forma de grietas que parten del hueso y llegan a la epidermis[31], lo que indica que hay pérdida de pulpa. En ocasiones, se manifiesta en forma de sacos de aire en la pulpa o de ampollas bajo la epidermis.

La solución para evitar el «alambrado» en las aceitunas negras al natural fue hacer circular una corriente de aire a través de la carga dentro de las cisternas de poliéster, a un flujo de 0,1-0,5 litros de aire por hora y por litro de capacidad de la cisterna durante el período de endulzado[32].

La corriente puede ser continua o intermitente, por ejemplo un día sí y otro no, o bien durante 8-10 horas al día. El paso del aire permite a los tejidos de las aceitunas sumergidas en la salmuera respirar con normalidad y, al mismo tiempo, las dos especies de levaduras señaladas no pueden desarrollarse en condiciones oxidativas. Se sigue el mismo procedimiento de oxidación en caso de almacenamiento de aceitunas semimaduras que vayan a utilizarse para preparar aceitunas ennegrecidas por oxidación.

No todas las variedades son sensibles al «alambrado». El hecho de que la variedad Conservolea parezca más resistente puede deberse a una característica fisiológica del fruto o a la actividad de determinadas especies de microbios.

En general, sin embargo, el fenómeno del «alambrado» ha supuesto un freno al desarrollo de esta preparación comercial.

La aplicación de una corriente de aire a través de la carga de la cisterna es una operación cara y delicada. De ahí que la industria española de aceitunas de mesa haya preferido concentrarse en la producción de aceitunas ennegrecidas por oxidación.

Producción de aceitunas negras al natural en Turquía

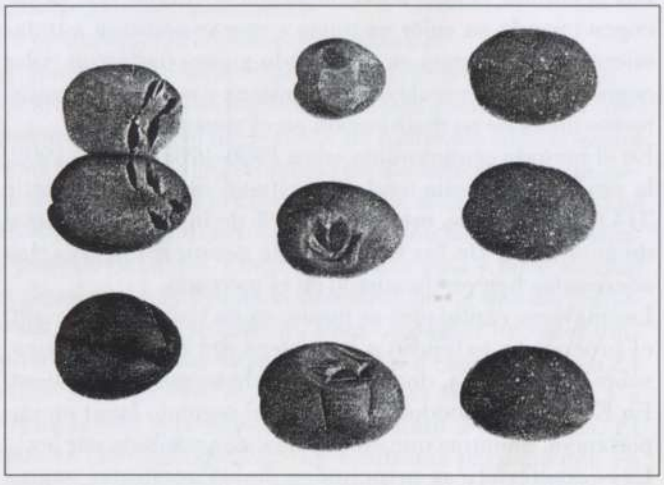
En Turquía, de una media anual de producción de 93.000 toneladas de aceitunas de mesa durante el período comprendido entre 1986-1987 y 1991-1992, el 90 % fueron aceitunas negras al natural en salmuera[26]. La variedad más utilizada fue la Gemlik seguida de Uslu, Edincik Su, Karamürsel Su, Memecik, Edremit, Ayalik y Samanli.

La recolección del fruto empieza a finales de noviembre y dura hasta principios de febrero, cuando la pulpa está coloreada hasta el hueso. Después del transporte, en cestas o tinas, a las instalaciones de elaboración, la mayoría de las cuales pertenecen a los propios olivareros, el fruto es clasificado y envasado en cisternas en capas de sal gorda. Las cisternas están al nivel del suelo o se entierran alcanzando a veces una altura de 3 m. Cada una contiene unas 10-12 toneladas de aceitunas. La sal añadida se estima en un 10-12 % del peso del fruto y se distribuye de forma que la última capa cubra toda la carga. Para garantizar una anaerobiosis rudimentaria las cisternas se cubren con una esterilla y una rejilla de madera sobre la que se colocan piedras grandes, con objeto de que el fruto reciba una presión continua y permanezca sumergido en la salmuera.

Una vez colocada la sal, las cisternas se rellenan de agua. El amargor de las aceitunas se quita por el efecto de lixiviación de la salmuera sobre la oleuropeína en la pulpa, primero por ósmosis y después por difusión. La salmuera flota en la parte superior y soporta el desarrollo de microorganismos, la mayoría de ellos oxidativos, que forman una membrana correosa. Normalmente, el producto no está sujeto a daños, debido a la alta concentración en sal. Se desconoce si se produce fermentación alcohólica o láctica.

El llenado y vaciado de las cisternas se realiza manualmente y el proceso de endulzado se completa en un año. Seguidamente, las aceitunas son clasificadas, calibradas y expuestas al aire para mejorar su color que también se intensifica por la baja acidez de la salmuera.

Finalmente, las aceitunas se envasan en bolsas de plástico, sin salmuera, para la venta al por menor.



Deterioro microbiano de aceitunas verdes.

Se estima que unas 10.000 toneladas de aceitunas se envasan en barriles de madera o de plástico rellenos de salmuera y se destinan a la exportación. El producto final es muy salado y ligeramente arrugado, pero tiene un agradable sabor y un buen color negro, debido a la baja acidez de la pulpa.

Producción de aceitunas negras al natural en Siria

Siria produce 60.000 toneladas anuales de aceituna de mesa[9]. En su mayor parte, se trata de aceitunas negras al natural en salmuera, para lo que utilizan aceitunas de las variedades Temprani y Sourani, que se cultivan en el norte del país. El fruto se recoge cuando está maduro, se lava con agua a presión y se envasa en recipientes de 15 kg, que se rellenan con salmuera a 10 Bé y se sellan. No se efectúa ninguna otra intervención. Las cualidades organolépticas del producto final son buenas y el único inconveniente es la falta de uniformidad en el color de las aceitunas.

Conclusiones

En todos los países productores se elaboran aceitunas negras al natural en salmuera en mayor o menor escala. Evidentemente es la única preparación comercial fácil de elaborar tanto industrialmente como por los propios olivareros para atender sus necesidades familiares. Hoy en día se sigue utilizando la técnica tradicional, obteniéndose aceitunas saladas, ligeramente arrugadas y algo amargas. Pero son éstas las aceitunas que los pueblos mediterráneos han consumido durante siglos.

Este tipo comercial, cuando se prepara industrialmente, plantea diversos problemas, siendo el más importante el elevado coste de producción de un proceso tan lento.

ACEITUNAS NEGRAS ADEREZADAS EN SALMUERA

INTRODUCCIÓN

Las aceitunas negras aderezadas son aceitunas que se recogen cuando su color es rojizo y que se someten a tratamiento alcalino para su endulzado y para darles un color negro oscuro. Generalmente se enlatan y se tratan térmicamente antes de su distribución en el mercado.

En el período comprendido entre 1986-1987 y 1991-1992, la producción media total de aceitunas de este tipo fue de 314.000 toneladas, esto es, un 36 % de la producción total de aceitunas. De los tres tipos de aceitunas negras, las aderezadas han predominado en el mercado.

Las mayores cantidades se producen en California. De allí, el proceso se extendió a los países del norte de África, sobre todo Argelia, donde se aplica la tecnología francesa. En España esta producción ocupa el segundo lugar en importancia, mientras que en Grecia está prohibida por ley.

Las características principales de las aceitunas negras aderezadas son las siguientes:

- La estructura compacta de la pulpa debido a la temprana recolección del fruto.
- El uniforme color negro intenso, obtenido artificialmente mediante la introducción de las aceitunas en una solución de hidróxido sódico y la subsiguiente oxidación de los polifenoles por la exposición al aire
- El completo endulzado de la pulpa, debido a la penetración de la lejía hasta el hueso. Las aceitunas preparadas en Argelia constituyen una excepción a esta regla.
- La ausencia de características gustativas y aromáticas.

Esta preparación comercial predomina sobre los otros tipos de aceitunas negras por las siguientes razones:

- Ha desaparecido por completo la sustancia amarga tan poco apreciada por los consumidores, particularmente los de nivel de renta más elevado.
- Contienen pequeñas cantidades de sal y un sabor ligeramente dulce.
- El proceso dura aproximadamente un mes, lo que hace que los costes de producción sean muy competitivos.
- Se presentan al consumidor en latas esterilizadas y, por tanto, totalmente seguras desde el punto de vista sanitario.
- Se utilizan más como guarnición que como alimento, sobre todo como decoración de las pizzas.
- Contienen una cantidad proporcionalmente menor de aceite de oliva, debido a la saponificación parcial du-

Aceitunas envasadas en bidones de plástico.

rante su tratamiento alcalino; por ello tienen un sabor más suave y menos calorías por gramo.
- Son preferidas en especial por los jóvenes, según estudios de mercado realizados por las grandes empresas multinacionales.

En pocas palabras, se consideran como las aceitunas de mesa del futuro, al no tener competidores ni con respecto al coste de producción ni a las preferencias de los consumidores.

PREPARACIÓN DE LAS ACEITUNAS NEGRAS ADEREZADAS EN CALIFORNIA

Según los datos bibliográficos, esta preparación empezó a producirse en California a principios del siglo xx[17].

Inicialmente, se envasaban como las demás frutas y hortalizas y se conservaban por un procedimiento térmico. Sin embargo, se comprobó que la temperatura de 100 °C (212 °F) que se aplicaba era insuficiente a causa de su alcalinidad, apareciendo casos de botulismo en algunas latas. Los investigadores de la Universidad de California llegaron a la conclusión de que el proceso de esterilización debía realizarse a 115,5 °C (240 °F), durante una hora. En la actualidad, la tecnología ha reducido prácticamente a cero el riesgo de botulismo en cualquier alimento envasado.

Diagrama de flujo de las aceitunas negras aderezadas en California

Procedimiento
Recolección
↓
Transporte
↓
Clasificación y calibrado
↓
Endulzado y ennegrecimiento aplicando soluciones diluidas de lejía entre exposiciones al aire del fruto
↓
Lavado para retirar los restos de solución alcalina
↓
Mantenimiento en salmuera diluida durante unos días
↓
Clasificación y calibrado (si no se ha hecho antes)
↓
Enlatado
↓
Llenado con salmuera nueva y cierre hermético de las latas
↓
Tratamiento térmico
↓
Comercialización

Recolección de las aceitunas

La recolección se hace cuando el fruto es de color rojo cereza. Si se adelanta, el producto final tiene una estructura correosa y un sabor pobre. Las variedades que se utilizan con más frecuencia para esta preparación comercial son Mission y Manzanilla, seguidas por Sevillana y Ascolana Tenera. La recolección se hace manualmente. Los frutos se recogen en lonas y se pasan después a cajas de madera o de plástico para su transporte a la fábrica.

Almacenamiento preliminar de las aceitunas sumergidas en salmuera diluida

Los frutos suelen almacenarse durante 2-6 meses en recipientes de madera o de hormigón armado, con capacidad para 5-6 toneladas, y cubiertos con una salmuera con un contenido de sal del 5-10 %. Se procura realizar una anaerobiosis parcial, pero no se evita al mismo tiempo el desarrollo de microbios oxidantes. En la bibliografía se indica que el almacenamiento antes del proceso de ennegrecimiento mejora el color y la firmeza de la textura.

Clasificación y calibrado

Estos dos procesos se efectúan antes del ennegrecimiento. Se considera fundamental que todas las aceitunas del mismo lote tengan el mismo tamaño.

Endulzado y ennegrecimiento

El endulzado y el ennegrecimiento se realizan al mismo tiempo mediante diversas aplicaciones de lejía diluida y la subsiguiente oxidación. Normalmente se aplican tres o más soluciones de hidróxido sódico de una concentración decreciente, lo que da al fruto un color más oscuro y uniforme y se mantiene la textura compacta.

El proceso se lleva a cabo en una batería de cisternas de hormigón armado, de capacidad variable, cada una de las cuales está conectada a cuatro tuberías por las que circulan agua, lejía, salmuera y aire a presión. Existe también un sistema de drenaje para descargar la lejía agotada, el agua de lavado y la salmuera.

En concreto, el proceso se desarrolla así:

a) Inmersión de las aceitunas en el primer baño alcalino

La primera solución alcalina es la más concentrada y normalmente contiene un 1-1,5 % de hidróxido sódico, según la variedad del fruto, su estado de maduración y la temperatura existente en la fábrica durante todo el proceso. Las aceitunas se mantienen en esta solución hasta que el álcali penetre en la piel. Luego se quita la lejía y las aceitunas se dejan secar dentro de la cisterna a fin de que los polifenoles efectúen la oxidación. Para conseguir un color uniforme, las aceitunas se remueven tres o cuatro veces en 24 horas. A tal efecto, se introduce agua en la cisterna y a continuación aire comprimido durante 2-3 minutos. El agua se drena después y las aceitunas permanecen en seco. Si no se dispone de aire comprimido, las aceitunas se remueven con una paleta de madera. Si no se efectúa esta

operación, el color en el punto de contacto de las aceitunas será más claro que en el resto de la epidermis.
La exposición al aire, después del primer tratamiento alcalino, dura por lo general de 3 a 12 horas o hasta que la epidermis adquiere un color negro uniforme. En algunas fábricas las aceitunas se cubren con agua, y se inyecta continuamente aire a presión. En tal caso, el color resultante es más uniforme, pero menos intenso. El ennegrecimiento de la epidermis con la primera aplicación de lejía es la fase más crítica de todo el proceso. Cada empresa parece tener su método favorito para ennegrecer la piel de las aceitunas.
b) Aplicaciones sucesivas de lejía
Después del primer baño, las aceitunas se sumergen en tres o más soluciones de lejía que penetran en la pulpa progresivamente. Sólo la última solución alcanza al hueso. La concentración alcalina en los baños sucesivos debe ser siempre la misma (0,5 %) o ir reduciéndose del 1,5 al 1, al 0,75 y, por último, al 0,50 %. Las aceitunas se mantienen en cada baño un tiempo variable (2-24 horas), que depende de la concentración, e inmediatamente después se exponen al aire durante 4-18 horas cada vez. La duración total del proceso de ennegrecimiento en la industria de California es de 5-6 días, con un máximo de 9 días.
c) Otros procesos
Después del ennegrecimiento, las aceitunas se lavan con agua durante 5-7 días, cambiándose ésta por lo menos dos veces al día para quitar la lejía residual. En la mayoría de las fábricas el agua se calienta a 80 °C (175 °F) con vapor de agua calentado. De esta manera, se impide el ablandamiento de la pulpa y el fenómeno del alambrado. Las aceitunas lavadas se sumergen seguidamente en una salmuera diluida (3-4 % de sal) donde permanecen una semana. Algunas fábricas utilizan una salmuera más concentrada durante el salado seguida de una más diluida en las latas, de forma tal que el contenido final de sal de la salmuera sea del 3 %.
La clasificación y el calibrado se repiten después del salado, ya que, a veces, durante el proceso las aceitunas pierden peso. Los frutos se clasifican según el color: negro, castaño claro y castaño oscuro.
Posteriormente se envasan las aceitunas rellenándose las latas con salmuera con un contenido de sal del 2,5-3,5 %. Seguidamente se agotan mediante calentamiento durante 4-5 minutos a 93,3-100 °C (200-212 °F), cuando están llenas de aceituna y salmuera o se rellenan con salmuera caliente. Durante este proceso la temperatura en el centro de la lata debe alcanzar 85 °C.
Si las aceitunas se envasan en frascos de vidrio, durante el calentamiento el aire a presión debe alcanzar en el autoclave 15-20 lbs para que las tapas se mantengan.
Una vez agotados, los frascos y las latas se someten a un tratamiento térmico a 115,5 °C (240 °F) durante una hora aproximadamente, según el tamaño de los recipientes.
Después de la esterilización las latas se enfrían bajo agua corriente.

PREPARACIÓN DE LAS ACEITUNAS NEGRAS ADEREZADAS EN ARGELIA

Argelia es uno de los tres principales países olivareros especializados en la producción de aceitunas negras aderezadas[5,6].
Se aplica la tecnología francesa y las aceitunas resultantes se diferencian de las producidas en otros sitios en el hecho de que conservan el sabor y el aroma del fruto, debido a que el tratamiento alcalino se interrumpe antes de afectar a toda la pulpa. Las aceitunas negras aderezadas predominan entre las preparaciones comerciales de las aproximadamente 6.000 toneladas que se producen en Argelia.
La industria de las aceitunas de mesa se localiza en la parte septentrional del país, en los alrededores de Orán, y el grueso del proceso se lleva a cabo en diez fábricas cooperativas en Sig, Mohamedia, Sidi Bel Abes, Ain Temuchen, Saida, Mascara, Tighenif, Relizane, Djidiouia y Tlemcen. Se utilizan sobre todo los frutos de la variedad de doble aptitud Sigoise y, en menor escala, los de las variedades españolas Sevillana y Gordal, que se han aclimatado en las comarcas de Relizane, Djidiouia y Mascara.

Diagrama de flujo de la producción de aceitunas negras aderezadas en Argelia

Las tres diferencias principales entre las aceitunas negras aderezadas de Argelia y las producidas en otros países son:
- Las aceitunas de la variedad Sigoise se utilizan cuando están completamente maduras y no semimaduras.
- Las aceitunas se exponen al aire colocándolas en cajas de plástico y no inyectando aire comprimido dentro de las cisternas de aceitunas cubiertas con agua o salmuera.
- El anillo de pulpa que se deja sin tratar alrededor del hueso durante el tratamiento alcalino da a estas aceitunas más sabor y aroma y las hace ligeramente amargas.

Las etapas del procedimiento son las siguientes:

Procedimiento
↓
Recolección
↓
Almacenamiento en salmuera
↓
Exposición al aire
↓
Primer tratamiento alcalino
↓
Oxidación mediante exposición al aire
↓
Segundo tratamiento alcalino
↓
Oxidación mediante exposición al aire
↓
Lavado en una salmuera poco concentrada
↓

↓

Clasificación y calibrado

↓

Envasado en bocoyes.
Llenado con salmuera nueva de 10 Bé

↓

Distribución inmediata en el mercado

Procedimiento

La recolección del fruto de la variedad Sigoise se efectúa cuando está completamente maduro. Su pulpa es compacta y el color totalmente negro. Su tamaño va de mediano a pequeño, con un hueso relativamente grande por lo que la relación pulpa-hueso (alrededor de 5:1) está en los límites de lo aceptable para el consumo de mesa. Se cogen a mano, estando prohibido por ley el vareo.

Sólo un pequeño porcentaje de las aceitunas recogidas reciben de forma directa un tratamiento alcalino. El resto se almacena en cisternas enterradas, de forma semejante a las antiguas ánforas griegas, que tienen una capacidad de unas 35 toneladas de aceitunas y una profundidad de unos 4 m. Estas ánforas se construyeron y usaron para almacenar vino durante la época de la colonización francesa.

Las aceitunas se cubren inicialmente con salmuera de 10 Bé, si bien el contenido de sal desciende a 6-6,5 % cuando se alcanza el equilibrio. En el pasado, la descarga de las aceitunas de las ánforas era difícil, llevaba mucho tiempo y era costosa, pero en la actualidad el problema se ha resuelto con el uso de bombas de absorción. Las aceitunas Sigoise son muy resistentes y solamente sufren cuando las ánforas están medio llenas de aceitunas durante mucho tiempo. En este caso, en la superficie se desarrollan microbios oxidativos que forman una membrana fina y fangosa. En estas condiciones, puede producirse un ablandamiento y el fenómeno de zapatería.

Llegado el momento, las aceitunas se extraen de las ánforas, se colocan en recipientes de plástico y se dejan secar exponiéndolas al aire. A continuación se sumergen en la primera solución alcalina, con una densidad de 2-3 Bé. En algunos centros, permanecen en esta solución, hasta que ésta penetra en la piel e impregna 1/2 o 2/3 de la pulpa. Luego se lavan con agua corriente y se exponen al aire. Esta etapa no es aconsejable, porque el ennegrecimiento del fruto se produce por oxidación de los polifenoles en el medio alcalino y el lavado produce alteraciones en todo el proceso. La exposición al aire subsiguiente dura 2-3 días y luego las aceitunas se sumergen en una salmuera diluida (3-4 Bé) durante 12 horas para quitar la lejía residual de la superficie de las aceitunas.

La clasificación y calibrado de los frutos suelen realizarse antes del primer tratamiento alcalino. Excepcionalmente, puede dejarse a las aceitunas ennegrecer en el olivar, en cuyo caso se clasifican y calibran antes de colocarlas en los bocoyes. En algunas fábricas la clasificación se efectúa al final del proceso, con independencia de que se haya llevado a cabo o no al principio. Todo el proceso termina con el acondicionamiento final en bocoyes de 170-190 kg, rellenos con salmuera de 10 Bé.

Comentarios sobre el modo de preparación y distribución en Argelia

El lavado de las aceitunas negras aderezadas es muy suave y se hace introduciéndolas en una salmuera diluida (3-4 Bé) durante pocas horas. A continuación se envasan y se cubren con salmuera de 10 Bé. En las circunstancias expuestas, la pulpa retiene bastante álcali, que se transfiere parcialmente a la salmuera cuando se logra el equilibrio. En este momento, el valor del pH es alcalino. En el fondo de los recipientes, las condiciones anaeróbicas dan lugar al desarrollo de toxinas que producen la bacteria *Clostridium botullinum* cuando el contenido de sal de la salmuera descienda a menos del 6-6,5 %. El hecho de que no se informe de casos de envenenamiento alimenticio debido al botulismo puede deberse al azar o bien porque la bacteria citada es rara en la cuenca del Mediterráneo.

Cuando se envasa en bocoyes esta preparación comercial es sensible al deterioro conocido como «zapatería». La mayoría de las aceitunas argelinas se exporta a Francia, donde se vuelven a acondicionar para el mercado al por menor en latas rellenas con salmuera nueva, y se esterilizan a una temperatura de 121 °C durante un tiempo variable, según el tamaño de los contenedores.

La acidificación de la salmuera con ácido láctico hasta conseguir un pH de 3,5 y el tratamiento térmico ulterior a 100 °C, tal como se lleva a cabo en algunas envasadoras de la región de Orán, no garantiza la esterilización del producto. La pulpa es alcalina y, cuando se restablece el equilibrio, el álcali liberado en la salmuera aumenta el valor del pH, con lo que la Clostridia, segregue toxinas o no, no ha desaparecido con el tratamiento térmico. Pueden desarrollarse en las latas y dañan el contenido con la formación de toxinas en forma de gas o ácidos.

PREPARACIÓN DE LAS ACEITUNAS NEGRAS ADEREZADAS EN ESPAÑA

En los últimos años, España ha experimentado un interesante incremento en la producción de aceitunas negras aderezadas[24, 27, 30]. Tras su adhesión a la CE, las grandes unidades industriales productoras de aceitunas de mesa han pasado a manos de empresas multinacionales con predominio de capital estadounidense que, obviamente, estaban interesadas en preparar aceitunas negras aderezadas para exportar a Estados Unidos. En la actualidad operan en este sector doce unidades industriales, cuatro de ellas de gran capacidad. En colaboración con los investigadores del Instituto de la Grasa y sus Derivados de Sevilla, estas fábricas han desarrollado una técnica de producción que difiere ligeramente de las que se aplican en California y en Argelia. En general, las aceitunas españolas de este tipo aventajan a las de California y Argelia en cuanto al color y

la textura, mientras que son ligeramente inferiores en lo que respecta a las características organolépticas.
La producción de aceitunas negras aderezadas requiere una línea completa de ennegrecimiento y enlatado del producto, que, como es lógico, exige importantes inversiones.
El problema más importante con el que se encontraron los investigadores españoles fue el ocasionado por el «alambrado» durante el almacenamiento de las aceitunas en las cisternas de poliéster.

Diagrama de flujo de la producción de aceitunas negras aderezadas en España

Recolección del fruto
↓
Transporte a la fábrica
↓
Conservación en salmuera
↓
Tratamiento alcalino - Oxidación
↓
Lavado
↓
Introducción en una solución de gluconato ferroso (o de lactato ferroso)
↓
Pasteurización
↓
Clasificación y calibrado
↓
Envasado en latas barnizadas o frascos de vidrio
↓
Esterilización (tratamiento térmico)
↓
Comercialización

Recolección del fruto

Las variedades utilizadas en España para la producción de aceitunas negras aderezadas son Hojiblanca, Cacereña y Sevillana. De las tres, la más importante es la Hojiblanca. Sus pequeños frutos (280-300 por kilogramo), utilizados hasta hace poco para la producción de aceite, son compactos y ricos en polifenoles y fibras. Las aceitunas Hojiblanca raramente están sujetas a la fermentación láctica que tiende a darles una textura leñosa. Con todo, se trata de la variedad ideal para la obtención de aceitunas negras aderezadas.
La Cacereña es probablemente un clon de la Manzanilla y se cultiva en Extremadura, donde prácticamente no se lleva a cabo la fermentación láctica, debido al predominio de las bajas temperaturas.
La variedad sevillana se emplea únicamente cuando se desean unas aceitunas negras de grandes dimensiones. La recolección se hace manualmente cuando el fruto tiene un color amarillo pajizo, en general antes de que cambie al rojo.

Clasificación y calibrado

Ambos procesos se realizan bien al principio, bien al final, cuando las aceitunas se han ennegrecido. En el primer caso, los frutos, de color verde oscuro, se colocan juntos y se someten a fermentación láctica; las aceitunas más maduras se ennegrecen y las completamente maduras se envían a las almazaras. El calibrado se recomienda para que el color de cada lote sea más uniforme.

Conservación inicial en salmuera

Si las aceitunas se ennegrecen en cuanto llegan del olivar, el producto final retiene un sabor ligeramente afrutado, lo que se considera un defecto para esta preparación comercial, ya que se espera un producto final que no tenga sabor ni aroma, y sí una textura muy compacta y un color negro profundo y uniforme. Excepcionalmente, despiden un leve olor a paja fresca. Normalmente se piensa que las aceitunas que se destinan al ennegrecimiento por oxidación tienen que almacenarse durante 2-6 meses a fin de obtener un producto final de buen color y textura compacta. Durante el período de almacenamiento, las aceitunas se sumergen en salmuera de diverso contenido de sal.
Cuando la técnica de ennegrecimiento por oxidación se aplicó por primera vez, las aceitunas almacenadas en salmuera sufrieron graves deterioros, como alambrado, fermentación butírica, zapatería, etc., debido a la actividad de la microflora mixta que incluía levaduras, bacterias gram-negativas y bacterias lácticas. Estas últimas participaban sólo de forma excepcional, dado que la anaerobiosis dentro de las cisternas era casi completa.
El problema más grave durante el almacenamiento era el fenómeno del «alambrado», que se atribuyó a distintas causas, especialmente a la actuación de dos especies de levadura, *Saccharomyces oleaginossus* y *Hansenula anomala*[19,27].
El deterioro se iniciaba con la liberación de grandes cantidades de dióxido de carbono y/o hidrógeno, que producen fisuras en la pulpa y ampollas bajo la epidermis.
El problema se solucionó inhibiendo el desarrollo microbiano mediante la acidificación del líquido de gobierno y haciendo pasar una corriente de aire a presión a través del producto para crear un medio aeróbico en toda la carga. Se observó que la dosificación óptima del aire era 0,2-0,3 litros por hora y litro. La inyección de aire podía ser continua o intermitente, en cuyo caso se efectuaba cada día o sólo durante 8 horas al día. El aire pasa de un compresor a través de tuberías que lo suministran simultáneamente a varias cisternas dotadas de una válvula reductora para conservar estable la presión. El aire se introduce en el extremo inferior de la columna de aireación, en el centro de cada globo de almacenamiento. Para permitir la entrada de salmuera hay 225 orificios en las paredes de la columna. Se recomienda que la aireación dure 30-45 días. El contenido de sal de la salmuera se mantiene al 6 % con adición de sal sólida, si bien al comienzo de la primavera se eleva al 8 o 8,5 % si las aceitunas permanecen en salmuera durante los meses de verano.

El pH desciende añadiendo ácido acético a la salmuera. No hay capacidad tampón dada la total ausencia de hidróxido sódico. Según la bibliografía española, el desarrollo selectivo de bacterias lácticas en la salmuera de las aceitunas Hojiblanca y Sevillana, y no en la de Lechín y Verdial, indica que el desarrollo de este tipo de bacteria depende de los polifenoles presentes en la pulpa de las aceitunas, que varía ampliamente de una variedad a otra.

Ennegrecimiento por oxidación

Los procesos de endulzado y ennegrecimiento se consiguen sumergiendo las aceitunas en tres soluciones alcalinas sucesivas y exponiéndolas al aire entre cada inmersión. El procedimiento es el siguiente[30]:

a) Primera inmersión

La concentración alcalina de la primera solución es del 1,5-2 % hasta el 3 %, dependiendo de la temperatura ambiente, de la fase de maduración del fruto y del tiempo de su permanencia en la salmuera. El tratamiento se efectúa en cisternas de cemento o metálicas con una base cónica. La inmersión dura un promedio de 1,5-2 horas, esto es, el tiempo suficiente para que el ácali penetre en la epidermis. La aireación se efectúa solo ocasionalmente y únicamente para agitar los frutos, no para oxidarlos.

b) Lavado y aireación

Cuando los frutos han estado en lejía el tiempo suficiente para penetrar en la piel, la solución se sustituye por agua sobre la cual se impulsa aire a presión durante unas 20 horas. Con este proceso, los polifenoles de la pulpa se oxidan, en contacto con el medio alcalino

c) Segunda inmersión

En esta fase se utiliza de nuevo la misma solución inicial hasta que el álcali penetra un milímetro en la piel. La aireación se aplica, como antes se ha indicado, únicamente para garantizar un tratamiento uniforme de todo el fruto.

d) Lavado con agua y aireación

De nuevo la solución alcalina es sutituida por agua y se inyecta aire en las cisternas. Esta operación dura también unas 20 horas.

e) Tercera inmersión

Se vuelve a utilizar la solución de la segunda inmersión, después de reforzarla con 1-1,5 % de sosa. Las aceitunas se dejan en esta solución hasta que el álcali haya penetrado en toda la pulpa y llegue hasta el hueso (unas 4-6 horas).

f) Lavado con agua y aireación

El último lavado y la aireación continua dura 1, 2 o 3 días. Ésta es la fase más importante de todo el proceso, porque durante ella el pH pasa de 11 a 9, por efecto del lavado y de la adición de ácido clorhídrico. Asimismo, se reduce el volumen de espuma formada. En algunas empresas se disuelve además un 1-2 % de sal en el agua de este último lavado, para mantener los frutos flotando durante la oxidación.

g) Inmersión en gluconato ferroso o lactato ferroso e introducción en salmuera diluida[30].

Después de la oxidación y el lavado, las aceitunas se sumergen durante 24 horas en una solución de gluconato ferroso (0,8-1 ‰) o de lactato ferroso (0,5-0,6 ‰). En ambos casos, los taninos reaccionan con el hierro y producen tanato de hierro, componente de color muy oscuro que mejora el color de las aceitunas. El paso siguiente es el lavado con agua y la introducción en salmuera diluida de 3-4 Bé durante 2-3 días, tiempo en el que las aceitunas absorben sal hasta alcanzar el punto de equilibrio entre la salmuera y la pulpa. Para evitar su posible descomposición, se inyecta vapor de agua dentro de la carga de aceitunas, hasta que la temperatura alcance 90-95 °C.

h) Clasificación y calibrado

La clasificación es imprescindible, mientras que el calibrado se realiza tan solo si no se ha efectuado con anterioridad, al llegar las aceitunas a la fábrica.

i) Envasado

Las aceitunas se envasan en latas barnizadas de una capacidad que varía entre 0,5 y 5 kg de aceitunas. El contenido de sal del líquido de gobierno es del 3 % y en algunos casos se añade un 1 ‰ de ácido cítrico. Se agrega asimismo lactato ferroso en un 0,2 ‰ para proteger el color. La tolerancia al hierro varía de un país a otro y se tiene en cuenta durante el proceso de envasado[33, 40].

j) Tratamiento térmico

Tiene que ser suficientemente enérgico para esterilizar por completo el producto y dejar aún unos márgenes de seguridad adecuados. Este tipo de aceitunas tiene una acidez ligera (pH de 5,5-4,0) y contiene hasta un 3 % de sal, por lo que su conservación se basa exclusivamente en el tratamiento térmico. Si no se esterilizan adecuadamente, las condiciones anaeróbicas dentro de las latas pueden conducir al desarrollo del *Clostridium botulinum*, que no sólo daña al producto sino que puede provocar graves casos de intoxicación alimentaria (botulismo). Las aceitunas pueden envasarse también en frascos de vidrio, si bien en este caso hay que aplicar una presión adicional en autoclave para que las tapas de los frascos se mantengan en su sitio.

Además de las aceitunas enteras ennegrecidas por oxidación, la industria de aceitunas de mesa produce también aceitunas deshuesadas, anillos de pulpa de aceituna, pasta de aceituna, etc. Las latas se rellenan con salmuera calentada hasta ebullición, para que la temperatura alcance en el centro de las latas 71 °C o más. Generalmente, sin embargo, el tratamiento térmico se realiza a 115-116 °C (240 °F) o a 121,1 °C (250 °F). En general, cuanto más

bajas sean las temperaturas, será más largo el tiempo invertido en el tratamiento térmico.
La Asociación Nacional de Conserveros de Estados Unidos recomienda para las aceitunas negras aderezadas los siguientes esquemas para el tratamiento térmico:
– A 115 °C (240 °F), 60 minutos.
– A 121,1 °C (250 °F), 50 minutos cuando las latas no contengan más de 3 kg de aceitunas.
El Instituto de la Grasa y sus Derivados de Sevilla (España) recomienda los siguientes esquemas para el tratamiento térmico de las aceitunas negras aderezadas.

Contenido de las latas	Tratamiento térmico	
	Temperatura en °C	Tiempo (minutos)
1 kg o menos	115-116 °C	60′
3 kg o menos	115-116 °C	70′
1 kg o menos	121,1 °C	45′
3 kg o menos	121,1 °C	50′

Conclusiones sobre la preparación y comercialización de aceitunas ennegrecidas por oxidación
Las aceitunas ennegrecidas por oxidación son la preparación comercial del futuro. No son un producto nocivo para el hombre, puesto que el hidróxido sódico empleado se utiliza también en la transformación de otros alimentos. Los eventuales residuos de lejía se neutralizan debido a la fuerte capacidad tampón de la pulpa, y el sodio residual es un ingrediente normal de los alimentos y totalmente necesario para el organismo. Se ha comprobado que no tienen fundamento los rumores de que las aceitunas tratadas con álcali son perjudiciales y cancerígenas. Los eventuales restos de NaOH en las aceitunas son tolerables, aunque su exceso no sea aceptable para el consumidor, debido al sabor.
Cuando en Grecia sea abolida la ley y se permita la preparación de aceitunas ennegrecidas por oxidación, al igual que en los otros países en que ya se produce esta preparación, debe comprenderse que se trata de un proceso complejo y que el adecuado tratamiento térmico es esencial para que el producto sea totalmente saludable para el consumidor. La producción de aceitunas ennegrecidas por oxidación únicamente debe autorizarse a empresas que posean líneas completas de transformación y enlatado del producto y en las que además trabajen expertos en alimentación para controlar el proceso.

OTROS TIPOS DE ACEITUNAS DE MESA DE IMPORTANCIA ECONÓMICA SECUNDARIA

INTRODUCCIÓN
En los países productores de aceitunas, además de las tres preparaciones comerciales mencionadas, se elaboran otros tipos, en pequeñas cantidades pero de interés local. Consideradas aisladamente son de importancia secundaria, pero en conjunto han representado un porcentaje del 20-22 % de la producción total mundial en el período de 1986-1987 a 1991-1992.
Una selección de estos tipos comerciales es la siguiente:
– Aceitunas verdes maduras estilo California.
– Aceitunas verdes dulcificadas o semifermentadas.
– Aceitunas verdes estilo Castelvetrano.
– Aceitunas verdes al natural, en salmuera, estilo siciliano.
– Aceitunas verdes partidas, al natural.
– Aceitunas de color cambiante al natural, en salmuera.
– Aceitunas negras seccionadas al natural, en vinagre, de Kalamata.
– Aceitunas negras arrugadas naturalmente, al natural, tipo Thruba.
– Aceitunas negras al natural, en sal seca.
– Aceitunas negras estilo griego.
– Aceitunas de diversos tipos producidas en Italia:
  · Aceitunas de color cambiante aderezadas, deshidratadas.
  · Aceitunas negras al natural, deshidratadas, Maiatica di Ferrandina.
  · Pasta de aceitunas.
  · Aceitunas al natural «Itrana».
– Diversos tipos comerciales de aceitunas de mesa de Estados Unidos, Marruecos, Siria y Argentina.

ACEITUNAS VERDES MADURAS ESTILO CALIFORNIA
Este tipo de aceitunas se prepara con frutos de las variedades Mission y Manzanilla, que se recogen cuando tienen un color verde oscuro o comienzan a cambiar a rojo.
Los frutos se introducen sucesivamente en tres soluciones alcalinas, con un contenido de NaOH respectivo de 1,5-1,64 , 0,75 y 0,5 %, dejando a las aceitunas en agua mientras se cambia la solución para evitar la oxidación.
Los residuos alcalinos se eliminan introduciendo las aceitunas en agua, que se cambia 2-3 veces al día, durante una semana aproximadamente. Una vez lavadas, las aceitunas se salan introduciéndolas en salmuera diluida a 3,4 Bé durante 2-3 días. El envasado se efectúa en latas barnizadas de diversa capacidad, pero nunca de más de 3 kg, que se rellenan con salmuera calentada hasta ebullición con un contenido de sal del 2-3 %. El tratamiento térmico se realiza a 115,5 °C (240 °F) o 121,1 °C (250 °F) durante 50-60 minutos, en función del tamaño del envase.
Estas aceitunas tienen un sabor neutro y sólo son apreciadas por los consumidores de Estados Unidos.

ACEITUNAS VERDES DULCIFICADAS O SEMIFERMENTADAS
Las aceitunas verde oscuro de la variedad Conservolea se preparan de la misma manera que las sometidas a fermentación láctica. Se admite la sosa para impregnar 3/4 o toda la piel y luego se lavan.

Se introducen las aceitunas en salmuera de 8-10 Bé, donde se mantienen durante unos 10 días.
La salmuera se sustituye por otra nueva acidificada con un 0,4 % de ácido láctico (400 mg de ácido láctico por 100 cm^3 de salmuera).
Las aceitunas se envasan en recipientes de plástico cerrados, pero no en latas cerradas herméticamente, que pueden deformarse si se liberan gases.
Las tapas se sueltan de vez en cuando para permitir la salida de CO_2.
La producción griega de estas aceitunas normalmente se exporta a Nápoles (Italia), donde se consumen sin fermentar (dulces) o ligeramente fermentadas. Si no se consumen rápidamente, este tipo de aceitunas se deteriora o experimenta una fermentación láctica perdiendo su sabor dulce, que se convierte en agrio.

ACEITUNAS VERDES ESTILO CASTELVETRANO

Este tipo de aceitunas de mesa se produce exclusivamente en la zona oeste de Sicilia (Castelvetrano, Trapani y Campobello) con aceitunas de la variedad Nocellara di Belice. La producción anual se estima en 12.000-15.000 tm.
En Sicilia estas aceitunas se recogen en verde, se clasifican y se calibran. Luego se lavan con agua a presión.
Se envasan en recipientes de plástico de 150 kg de capacidad y se rellenan con 90 l de una solución de hidróxido sódico a una densidad de 3,5-3,7 Bé, disolviéndose en cada recipiente 5 kg de sal.
Este tipo de producto se consume, sobre todo, en Nápoles antes de que la pulpa y la salmuera alcancen el equilibrio. Se venden en los partidos de fútbol, en las colas de los cines, etc. Las genuinas aceitunas estilo Castelvetrano contienen 2,25 % de sal, no han experimentado fermentación láctica y son dulces.
Grecia exporta a Italia 2.500 toneladas anuales de aceitunas estilo Castelvetrano para las que se utilizan la variedad Conservolea.
Una vez lavadas, las aceitunas se envasan en recipientes de plástico cuya capacidad varía entre 13 y 50 kg de aceitunas.
Seguidamente, se rellenan con salmuera con un 2,5 % de NaOH y un 8 % de sal. El contenido de sosa desciende al 0,5 % en 5-6 días y al cero (neutralización) 30-40 días después de comenzar el proceso.
Cuando se alcanza el equilibrio, las aceitunas Castelvetrano de origen griego contienen un 4,5 % de sal, es decir, el doble de las auténticas aceitunas preparadas en Sicilia.
Grecia exporta estas aceitunas a Italia bajo la responsabilidad de los importadores italianos, ya que este producto no se considera apropiado para el consumo y no está permitido en Grecia.
Para preparar aceitunas sanas estilo Castelvetrano, el contenido de sal de la salmuera no debería bajar del 6 % y han de añadirse 15 kg de jarabe de glucosa por tonelada de aceitunas. En estas condiciones, las aceitunas fermentarán y el producto final será excelente ya que conserva todo el sabor y aroma de la materia prima. No obstante, son más agrias que dulces, lo que es propio de las aceitunas estilo Castelvetrano.
Alternativamente, puede utilizarse una solución de 1,5-2 % de hidróxido sódico inoculada con cultivos puros de bacterias lácticas.
El pH de las aceitunas estilo Castelvetrano es neutro o ligeramente alcalino y contienen menos de un 6 % de sal. En las condiciones anaerobias que prácticamente existen en el fondo de los recipientes puede desarrollarse la toxina que produce *Clostridium botulinum*, que da lugar a graves envenenamientos alimenticios. Este tipo de aceituna no cuenta con la conformidad de la disposiciones internacionales, las directrices de la CE ni las normas del Consejo Oleícola Internacional, por lo que es de esperar que su fabricación se prohíba en un futuro próximo.

ACEITUNAS VERDES AL NATURAL, EN SALMUERA, ESTILO SICILIANO

Para preparar este tipo de aceitunas, los frutos se recogen en verde y se envasan, después de clasificados y calibrados, en cisternas que se rellenan con salmuera de 8-10 Bé. La anaerobiosis es causa de una fermentación láctica débil, debido a la baja capacidad tampón de la salmuera, que no contiene NaOH.
Después de dejarlas fermentar durante 7-8 meses, las aceitunas se retiran y se envasan en recipientes de plástico que se rellenan con salmuera nueva para enviarlos al mercado.
Sin embargo, este tipo de preparación da lugar a muchos problemas técnicos y económicos. La tendencia de las aceitunas verdes a arrugarse hace que tenga que ajustarse cuidadosamente el contenido de sal de la salmuera. El equilibrio entre la pulpa y la salmuera se realiza lentamente, primero mediante ósmosis y luego mediante difusión, todo lo cual se lleva a cabo en unos 50 días. Estas aceitunas son amargas después del proceso y la lentitud de éste hace que la producción sea costosa porque deja inmovilizado el capital durante 7-8 meses.
Una alternativa es hacer pasar las aceitunas verdes elaboradas (después de tenerlas aproximadamente 50 días en salmuera) por una máquina para partirlas y venderlas como «aceitunas verdes partidas en salmuera». Estas aceitunas serán de buena calidad, ya que las enzimas fenoloxidasas han estado inactivas y las marcas que quedan después de partirlas no se vuelven de un blanco sucio como sucede con las genuinas aceitunas verdes.

ACEITUNAS VERDES PARTIDAS AL NATURAL

Para esta preparación puede utilizarse cualquier tipo de aceituna, incluso las manchadas con picaduras no fértiles de Dacus.
Se lavan cuidadosamente, se clasifican y calibran y luego se les hacen dos cortes longitudinales a ambos lados.

Se parte la pulpa haciendo pasar las aceitunas a las que se ha hecho la incisión a través de una máquina que las parte dejando intacto el hueso.
Las aceitunas partidas se colocan en contenedores de madera o en cisternas de cemento y se cubren con una salmuera de 10 Bé para la anaerobiosis.
Cuando se ha producido una débil fermentación láctica, se sacan las aceitunas de los recipientes, se envasan en latas que se rellenan con salmuera madre y se envían al mercado.
Para acelerar la operación, las aceitunas partidas pueden sumergirse en agua durante 10-12 días, cambiando ésta cada 1-3 días, según las costumbres locales. De esta forma, las aceitunas pierden rápidamente su amargor y pueden enviarse al mercado antes.
De acuerdo con las preferencias de los consumidores se añaden sustancias aromáticas y potenciadoras del sabor (orégano, hinojo, cilantro, rajas de limón, pimiento picante, etc.).
Si se sigue el mismo procedimiento con aceitunas verdes semifermentadas estilo español o aceitunas verdes al natural en salmuera, el producto final es de mejor calidad.
En Argelia se suele añadir 200 gramos de hojas de laurel partidas, en los recipientes de 170-190 kg de aceitunas rellenos con una salmuera de 8 Bé. Este tipo de aceitunas se produce en pequeñas cantidades en todos los países productores y, aunque su aspecto no es bueno, son muy apreciadas en los mercados locales. Prácticamente se consumen en el país de origen con algunas exportaciones a Italia, Estados Unidos, Canadá, Alemania y países árabes. Los principales países productores son Grecia (2.000-2.500 toneladas), Italia (1.600 toneladas), Siria (1.000-1.500 toneladas) y Argelia (500 toneladas).

ACEITUNAS DE COLOR CAMBIANTE, AL NATURAL, EN SALMUERA

Se preparan de igual forma que las aceitunas maduras en salmuera y tiene las mismas características con excepción del color. En la actualidad, constituyen un subproducto de las aceitunas negras al natural y, generalmente, se ofrecen en el mercado a un precio más bajo.
En Grecia, estas aceitunas proceden sobre todo de las variedades Conservolea y Chalkidiki. La producción anual se estima en 3.000-5.000 toneladas. Italia, Yugoslavia, Chipre, Turquía, Siria y Egipto producen también pequeñas cantidades de este tipo.

ACEITUNAS NEGRAS SECCIONADAS AL NATURAL, EN VINAGRE, DE KALAMATA[54]

Esta preparación comercial tiene especial interés para Grecia[64]. Se elabora con aceitunas Nychati o Kalamata. En cada aceituna se hacen dos incisiones longitudinales, una en cada lado, y se conservan en salmuera acidificada con vinagre de vino de buena calidad (3/4 partes de salmuera por 1 parte de vinagre).

Las aceitunas Kalamata sólo crecen en algunas regiones de Grecia (Laconia, Messinia, Aetolico) y su producción anual se eleva a 8.000-10.000 toneladas. Estas aceitunas poseen unas características notables: tienen un color negro profundo, la pulpa es rica en sustancias fermentables y tienen un buen contenido de aceite, la piel es final, elástica y resistente. En el apartado Variedades mundiales de aceitunas de mesa, pág. 300, se facilitan más datos sobre el tamaño del fruto, la relación pulpa-hueso, etc.
Las aceitunas negras seccionadas Kalamata no están fermentadas sino que simplemente se conservan con vinagre y sal mediante la anaerobiosis.

Diagrama de flujo de la preparación de aceitunas negras seccionadas en salmuera, mezcladas con vinagre

Preparación inmediata
↓
Clasificado
↓
Seccionado
↓
Inmersión en agua durante 7 días con cambio diario de agua
↓
Envasado en latas
↓
Rellenado con salmuera acidificada con vinagre (3 partes de salmuera 10-11 Bé, 1 parte de vinagre de vino)
↓
Comercialización
↓
Almacenamiento en cisternas con agua sin anaerobiosis
↓
Traslado, clasificado, calibrado
↓
Retorno a las cisternas con salmuera de 6 Bé, anaerobiosis parcial
↓
Traslado, exposición al aire para la oxidación
↓
Seccionado
↓
Envasado en latas (1, 2 y 13 kg)
↓
Rellenado con salmuera acidificada con vinagre (3 partes de salmuera 10-11 Bé, 1 parte de vinagre de vino)
↓
Comercialización

Las aceitunas se recogen a mano cuando están completamente maduras, pero no cuando ya han superado esta fase. Deben ser negras como el azabache con una pulpa rojo oscuro y compacta. A su llegada a la fábrica, se colocan en cisternas y se cubren con agua durante 2-3 meses. No se

produce anaerobiosis y los microbios oxidantes se desarrollan en la superficie formando una membrana correosa. Las aceitunas absorben el agua y aumentan su peso.

Aproximadamente 3 meses después, las aceitunas son trasladadas, clasificadas y calibradas. Luego vuelven a las cisternas, se cubren con salmuera 6 Bé (6 % de sal) y se tapan con una cubierta pesada de tablas, con lo que las aceitunas están totalmente sumergidas. La anaerobiosis es parcial porque la salmuera flota sobre la cubierta y ayuda a la formación de la membrana correosa. El contenido de sal de la salmuera sube al 8 % durante la primavera y al 8,5 % si las aceitunas siguen almacenadas durante el verano. Debe evitarse el arrugado.

Cuando sea necesario, se sacan las aceitunas de las cisternas, se las expone al aire durante 24-48 horas para la oxidación, se clasifican de nuevo y se las pasa a través de la máquina seccionadora que las hace una incisión longitudinal en cada lado. Se envasan en latas y se rellenan con una mezcla de salmuera a 10-11 Bé y vinagre en una proporción de 3-4:1 (75-80 kg de salmuera:20-25 kg de vinagre). La cantidad de salmuera necesaria es el 60-70 % del peso de las aceitunas, es decir una lata rectangular que contenga 11 kg de aceitunas escurridas necesita 6-7 kg de salmuera, 1,4-1,5 kg de vinagre y 50-60 g de aceite de oliva o de semillas de buena calidad. Las latas pequeñas (1-2 kg de aceitunas) se cerrarán herméticamente y los recipientes grandes con tapones.

Investigaciones realizadas en Grecia han demostrado que, cuando están 2-3 meses almacenadas en agua, las aceitunas Kalamata sufren una fermentación láctica típica durante la cual se forma aproximadamente un 1 % de ácido láctico, que evita los daños. No obstante, el almacenamiento en agua es arriesgado y en algunos casos las aceitunas terminan oliendo a barro.

Las aceitunas que se han conservado durante el verano en una salmuera con un 8,5 % de sal deben cubrirse con salmuera más diluida al envasarla, a fin de evitar que resulten demasiado saladas. Antes de envasarlas para el mercado al por menor, las aceitunas Kalamata tienen que permanecer en las cisternas hasta su total fermentación y hasta que la salmuera se vuelva limpia. Si continua turbia, las aceitunas tienen que pasteurizarse o experimentarán una fermentación secundaria y las latas se abombarán. Estas latas abombadas se consideran inadecuadas para el consumo y potencialmente peligrosas. Para cerrar las latas de aceitunas es obligatorio realizar un tratamiento térmico.

Las aceitunas Kalamata envasadas se consideran óptimas cuando la salmuera contiene un máximo de sal del 7 % y una acidez de un 1,25 % expresada como ácido láctico o de 0,83 % expresada como ácido acético. El mayor inconveniente de las aceitunas Kalamata es que el color se degrada en las diferentes soluciones en que se almacenan (primero agua, luego salmuera y por último salmuera acidificada). El color puede mejorarse si las aceitunas se almacenan directamente en salmuera y se utiliza esta misma salmuera para rellenar los envases al por menor, si bien, en este caso, la salmuera madre debe estar completamente sana y limpia. El inflado, especialmente en las latas pequeñas, puede reducirse haciendo un vacío adecuado en las latas, asegurándose de que la fermentación se ha completado antes del envasado y pasteurizando las latas a 70 °C durante 20 minutos, si las latas contienen 1 kg o menos de aceitunas, y durante 30-35 minutos, en las latas de 2-3 kg como máximo.

Aunque la inmersión inicial de las aceitunas en agua es peligrosa, mejora la calidad, dado que el hecho de que parte de los azúcares fermenten significa que la acidez se reduce y el color mejora. Al mismo tiempo, las enzimas fenoloxidasas están inactivas con lo que, cuando las aceitunas son partidas, los cortes no adquieren un color blanco sucio.

Si se sigue el método tradicional y las aceitunas se almacenan en agua durante 2-3 meses, la sal sólida puede disolverse en agua, si está en buenas condiciones, y así da vueltas dentro de la salmuera de almacenamiento. De esta forma, la pérdida de antocianinas a través de la lixiviación es mucho menos marcada.

Las aceitunas Kalamata pueden sumergirse en salmuera con un 8-10 % de sal que luego se estabiliza a un 6 % o menos. Hacia el final del período de almacenamiento, estas aceitunas han perdido buena parte de su amargor y pueden envasarse directamente (sin incisión), cubiertas con salmuerá madura (genuina o diluida) o con una mezcla de salmuera fresca y vinagre en una proporción de 3/4:1. Seguidamente las latas sufren un tratamiento térmico.

Estas aceitunas tienen unas excelentes cualidades organolépticas, especialmente cuando el contenido de sal es del 4 % o menos, después de alcanzar el equilibrio. En general, las aceitunas Kalamata son ricas en sustancias colorantes y fermentables, razón por la cual fermentan rápidamente cuando se las sumerge en agua o salmuera con más del 8 % de sal. Por otro lado, el contenido de polifenol de la pulpa no es lo suficientemente elevado para inhibir el desarrollo de bacterias lácticas[67].

Para acelerar la preparación, en Grecia se suelen pasar las aceitunas totalmente maduras a través de la máquina de incisión y luego se sumergen por completo en agua, que se cambia una vez al día durante una semana. Esto endulza las aceitunas. El resto del proceso es el mencionado; de esta forma, el producto estará listo para el consumo 30 días después de la recolección. Así, las aceitunas retienen la mayor parte del sabor y del aroma del fruto, pero tienen el inconveniente de que las incisiones adquieren un color blanco sucio como resultado de la actividad de la fenoloxidasa.

En Argelia utilizan el siguiente método para preparar una imitación de aceitunas Kalamata. Aceitunas Sigoise de cualquier color son clasificadas, calibradas y seccionadas como se ha indicado. A continuación se envasan en recipientes de una capacidad de 160-190 kg de fruto, que se rellenan con salmuera a 7-9 Bé. Cuando se remueve la primera tanda, las aceitunas se clasifican y calibran de nuevo. A cada recipiente se le añaden 3 kg de vinagre de

buena calidad, 250 g de aceite de oliva, 100 g de ácido cítrico y 250 g de hojas de laurel secas, en polvo. Después las aceitunas se cubren con salmuera fresca con un 9 % de contenido de sal.

ACEITUNAS NEGRAS AL NATURAL ESTILO THRUBA

Estas aceitunas se preparan exclusivamente con frutos de la variedad Thrubolea (*Olea europaea var. media oblunga*) cultivada en Creta, las islas del Egeo, Ática, Beocia, etc.

Las aceitunas Thruba pierden su amargor en el árbol automáticamente, siempre que las condiciones climáticas sean buenas. Ésta es una característica que no se encuentra en otras variedades de aceitunas. En la antigua bibliografía griega se decía que la pérdida del amargor se debía a la actividad de una enzima procedente del hongo *Phoma oleae* que se desarrolla en la piel de estas aceitunas. Sin embargo, esta opinión no la han atestiguado las investigaciones y en la actualidad se señala que el hongo que se desarrolla en las aceitunas Thruba es Alternaria. En cualquier caso, el hecho no está claro todavía y requiere posteriores investigaciones.

En la bibliografía se señala también (Balatsouras, 1980) que las primeras aceitunas utilizadas como alimento pueden haber sido las Thruba, puesto que endulzan en el árbol sin que sea necesario elaborarlas para extraerles la oleuropeína. Probablemente, las aceitunas Thruba impulsaron a los antiguos habitantes del Ática (en los alrededores de Atenas) a ir más allá y producir aceitunas endulzadas artificialmente, las aceitunas «en sal seca» para las que se utiliza la variedad Megaritici. La técnica de emplear sal gorda para endulzar las aceitunas parece haberse utilizado por todos los pueblos mediterráneos y las aceitunas «en sal seca» también se conocieron como «aceitunas estilo griego» o «aceitunas a la manera griega». Este término permanece a pesar de que estas aceitunas tienen poca importancia y no son las más representativas de la industria griega de aceitunas de mesa.

Las aceitunas Thruba se preparan como sigue.

Se dejan las aceitunas en el árbol hasta que pierdan su amargor. Se recogen tanto las que permanecen en el árbol como las que han caído al suelo. Se colocan en cestas, se lavan a fondo con agua a presión y se extienden en el exterior para que se sequen. Se envasan en bolsas de plástico u otros recipientes al vacío. Se añaden pequeñas cantidades de sal gorda, no para conservar el producto sino para mejorar la calidad. Otra alternativa es envasarlas en recipientes rellenos con aceite de oliva de buena calidad sin sal.

Este tipo de producto lo consumen generalmente personas que padecen enfermedades del corazón o del riñón.

ACEITUNAS NEGRAS AL NATURAL EN SAL SECA

Estas aceitunas pierden su amargor con sal gorda que exprime el agua de vegetación de la pulpa, junto con la mayor parte de oleuropeina. El producto final es arrugado y claramente salado, con más de un 10 % de sal. También está parcialmente deshidratado y contiene un 27,5 % de humedad, esto es, la mitad de la cantidad original. Prácticamente contienen todas las sustancias fermentables originales, una proporción mayor de sustancias grasas que la materia prima, debido a la pérdida de sustancias hidrosolubles (39,074 % frente a 26,27 %) y un contenido mayor de proteínas al final del período (2,906 % frente a 1,802 %). Tienen una acidez muy baja y el pH del producto final es prácticamente el mismo que el de la materia prima, lo que indica que no ha habido fermentación láctica[59].

Las aceitunas en sal seca tienen un buen color negro, un valor calórico superior a las demás preparaciones comerciales de aceitunas de mesa, una acidez muy pequeña o neutra y están arrugadas. Se envasan en seco (sin salmuera) y son muy saladas. La demanda de estas aceitunas está aumentando ya que, al ser secas, se prefieren para excursiones, ceremonias, etc.

Para su preparación[57], se usan aceitunas completamente maduras, o incluso más que maduras, de las variedades Thassitiki, cultivada en el norte de Grecia, o Megaritici, que se cultiva en Ática, Megara, Boecia, etc. En otros países productores de aceitunas, se utilizan frutos maduros de variedades de mesa o de doble aptitud.

Los frutos se llevan a la fábrica en cajas de plástico, se clasifican y calibran y luego se envasan en cisternas de hormigón en capas alternas de sal gorda. El contenido de sal se estima en un 30 % del peso del fruto, procurando dejar una capa delgada de 2 cm en la parte superior. Probablemente esta técnica llegó a Grecia de Turquía, a través de los refugiados durante la catástrofe de Asia Menor.

Aunque la cantidad de sal utilizada es muy grande es insuficiente para prevenir el desarrollo de mohos, ya que se ha comprobado que algunos mohos pueden crecer en una salmuera saturada de sal[52]. La cantidad de sal puede reducirse a 1/5 o incluso menos si las aceitunas se ponen a remojo en el agua de vegetación saturada de sal. Este empapado puede hacerse una vez al día utilizando una bomba portátil. Ésta es la técnica aplicada por los argelinos en la preparación de aceitunas estilo griego.

Unos 10-15 días después de colocarlas en capas se quita parte del agua de vegetación extraída de las aceitunas mediante el efecto lixiviador de la sal gorda. Si no se hace esto, las aceitunas serán excesivamente saladas y estarán demasiado secas al final de la primavera o a comienzos del verano.

Las aceitunas se sacan de las cisternas después de 30-40 días. Durante este período no se produce fermentación; únicamente unos cambios físicos y químicos como la pérdida de oleuropeína. Seguidamente, las aceitunas se exponen al aire para que la oxidación mejore su color. Luego se clasifican de nuevo y se envasan en seco en recipientes de plástico o latas, con sal gema triturada. Esto último puede omitirse en las latas, ya que están cerradas al vacío.

La actividad del agua en las aceitunas en sal seca es muy débil e impide el desarrollo de microbios, aunque hay al-

gunos hongos que pueden desarrollarse en ella. No se realiza tratamiento térmico, puesto que no hay fase líquida en el producto precintado. Las aceitunas en sal seca, con o sin tratamiento térmico, nunca son estériles. El exceso de sal proporciona cierto grado de protección al producto, pero no el suficiente. Pueden obtenerse mejores resultados precintando el contenido al vacío (todos los mohos necesitan oxígeno) y añadiendo determinados fungicidas, como sorbato potásico.

El método siguiente se aconseja para elaborar aceitunas a escala doméstica o en pequeñas instalaciones[59]. Aceitunas de la variedad Megaritici completamente maduras o incluso supermaduras se lavan a fondo con agua a presión y se extienden al sol para secarlas. Luego se envasan, en las mismas cestas que se utilizaron para la recolección, en capas alternas de aceitunas y sal gorda, y se dejan durante 30-40 días. En este tiempo, la sal exprime el agua de vegetación de la pulpa, agua que se recoge en barriles o pozos. Las aceitunas ya son comestibles y se envasan secas en papel, cajas de plástico o bolsas pequeñas. Normalmente se cubren con granos de sal.

A pesar de su elevado contenido de sal, las aceitunas en sal seca no se conservan bien y pierden rápidamente su humedad, a causa de su capa de sal. Por consiguiente, deben consumirse rápidamente o almacenarse en recipientes que tengan una capa de agua vegetal saturada con sal.

ACEITUNAS NEGRAS ESTILO GRIEGO[5,6]

A pesar de su nombre, este tipo comercial de aceitunas negras se elabora exclusivamente en Argelia. Básicamente, estas aceitunas se remojan con el agua vegetativa que se extrae de los propios frutos, colocados en capas intercaladas con sal gruesa.

El agua vegetativa está saturada con sal y muy probablemente con polifenoles. Es prácticamente estéril, ya que, según los datos bibliográficos, sólo se ha demostrado el desarrollo de una especie de levaduras.

Las aceitunas deben ser de la variedad Sigoise, completamente maduras, negras oscuras y con una textura compacta. Después de cogerlas a mano, se clasifican y calibran y se envían directamente a la fábrica o se almacenan bajo tierra durante 2-6 meses o incluso durante más tiempo.

Cuando se retiran las aceitunas del almacenamiento, se colocan en cajas de plástico y se dejan secar. Se sumergen en una solución de NaOH a 2,7-3 Bé durante 9-10 horas o hasta que el álcali penetre en la epidermis e impregne la mitad o los 2/3 de la pulpa. El posterior lavado es facultativo. Se exponen al aire colocándolas en cajas y pasándolas de una caja a otra una vez al día durante 3-4 días. Se envasan en barriles de madera en capas alternas con sal gruesa en una proporción de 160-170:9-10 (fruto/sal). Se cierran los barriles herméticamente, se colocan en posición horizontal y se les hace rodar una vez al día unos 4-5 m, cambiando la dirección diariamente. De este modo, los barriles dan tres vueltas completas para que todo el fruto se empape con el agua vegetativa que suelta su pulpa por efecto de la sal. La rotación se efectúa durante 30-45 días, y en este tiempo las aceitunas pierden su amargor.

Las aceitunas se sacan de los barriles y se colocan en cajas de plástico que se exponen a la oxidación del aire durante 4-5 días. En este tiempo, deben pasarse diariamente a una caja diferente.

A continuación, se realiza una nueva clasificación y se devuelven a los mismos barriles. Se añade el agua de vegetación (13-15 kg) de cada barril (salmuera madura) mezclada con salmuera nueva de 12 Bé hasta un total de 25 kg.

Estas aceitunas se exportan generalmente a Francia, Rumania y Bulgaria, si bien en los lugares de destino sigue siendo necesario realizar la rotación de los barriles hasta que finalmente se vendan a los clientes. Los minoristas deben coger sólo la cantidad que esperen vender en unos días, dejando el resto en los barriles, que deben seguir girando para que el agua de vegetación empape las aceitunas y las conserve hasta que sean consumidas.

Para preparar las genuinas aceitunas negras estilo griego deben utilizarse aceitunas de excelente calidad y elaborarlas como se ha descrito, omitiendo únicamente el tratamiento alcalino.

Los barriles se mueven durante 40-45 días. La eliminación del amargor se basa exclusivamente en el efecto de la sal gorda.

Las genuinas aceitunas negras estilo griego son claramente amargas y conservan muchas de sus características afrutadas. Tanto las aceitunas negras estilo griego artificiales como las genuinas tienen un buen sabor (con menos de un 6 % de sal) y unas buenas cualidades comestibles. Además, su arrugado es original y bien formado, por lo que se considera una cualidad más que un defecto. Esta preparación comercial es popular en muchos países y se espera que en el futuro esta popularidad crezca, siempre que el proceso se controle científicamente, a fin de reducir los costes de la preparación industrial. En este caso, podría competir con otros tipos de aceituna de mesa en el mercado internacional.

ACEITUNAS DE DIVERSOS TIPOS PRODUCIDAS EN ITALIA

La producción italiana de aceitunas de mesa, que se eleva a 80-100.000 toneladas entre las que hay preparaciones comerciales diferentes, de poca importancia económica, también incluye muchas que se consideran «especialidades regionales». Estas últimas están adquiriendo una creciente popularidad tanto en la CE como en todo el mundo. En esta sección ya se han comentado algunas de las especialidades italianas de aceitunas de mesa, como las aceitunas estilo Castelvetrano, las estilo Siciliano y las aceitunas verdes partidas.

Sin embargo, hay otros tipos de productos regionales que pueden clasificarse como «especialidades». Son los siguientes:

– Aceitunas de color cambiante aderezadas deshidratadas.
– Aceitunas negras al natural, deshidratadas, Maiatica di Ferrandina.
– Pasta de aceitunas.
– Aceitunas al natural Itrana.

Los diversos métodos de preparación se describen brevemente a continuación.

Aceitunas de color cambiante aderezadas deshidratadas

Este tipo de preparación utiliza aceitunas de distintas variedades, de gran tamaño y con una elevada relación pulpa/hueso, importadas en su mayoría al natural de Grecia en bocoyes de salmuera.

Las aceitunas son almacenadas en barriles de salmuera, con una concentración de aproximadamente el 8 %, durante un período que varía entre 30 días y 10 meses.

Cuando están preparadas, las aceitunas se sacan de los barriles y se colocan en una solución alcalina (NaOH a un 2 % aproximadamente) durante 9-12 horas después se lavan a fondo con agua fresca para quitar la mayor parte de la lejía residual. El lavado debe finalizarse cuando la pulpa alcanza un pH de 8.

Seguidamente, se sumergen en una solución de gluconato de sulfuro o de hierro al 1,5-2 % durante 12-18 horas. Se lavan de nuevo hasta que el agua esté limpia, para quitar todo el hierro libre. (Las normas italianas estipulan que el hierro residual en la pulpa no debe exceder de 300 mg/kg, mientras que las Normas Internacionales limitan este residuo a 150 mg/kg).

Al final del tratamiento con sales de hierro, que se usan para estabilizar el color negro profundo, las aceitunas se colocan durante unas 12 horas en una salmuera «sabrosa» a una concentración que varía de una región a otra, según los gustos locales (generalmente, del 5 a 6 % de NaCl).

Las aceitunas se extienden sobre redes de plástico, puestas sobre armazones, o en planchas de madera y se colocan en un horno de aire caliente a una temperatura que no sobrepase los 50 °C hasta que los frutos estén ligeramente arrugados. Al final del tratamiento, los frutos tienen un color negro, profundo y aproximadamente un 60 % de humedad residual. Recientemente se han introducido en los Abruzos técnicas de microondas para este tipo de preparación comercial. Después, se envasan en cajas de madera, con capacidad para 6-7 kg, forradas con papel apto para alimentos, que, a menudo, se engrasa con aceite de oliva. Son aromatizadas con cáscaras de naranja y pimienta y vendidas a granel. En estas condiciones, el producto se considera inestable desde el punto de vista sanitario, dado que la pulpa tiene una baja concentración de sal (más/menos 2 %) y un alto valor de pH (7-8), con lo que los mohos y microbios se desarrollan rápidamente.

Recientemente, los fabricantes de este tipo de preparación comercial han empezado a envasar las aceitunas en bolsas transparentes de plástico o en frascos de cristal, resistentes al calor, que son pasteurizados.

Este tipo de aceituna se produce principalmente en Lazio (Castelmadama y otras ciudades), en los Abruzos y en el Alto Molise, estimándose la producción en unas 10.000 toneladas. Los productos se venden por toda Italia y desde hace poco en algunos países de la CE, especialmente, en Alemania.

Aceitunas negras al natural deshidratadas Maiatica di Ferrandina

La variedad Maiatica di Ferrandina crece sobre todo en el sur de Italia, especialmente en Lucania, en la provincia de Matera y en la comarca de Ferrandina. Para este tipo de preparación, las aceitunas se recogen cuando están completamente maduras. Sus características son:

– Piel muy blanda y permeable.
– Buena relación pulpa/hueso (>5,5).
– Facilidad para desprender la pulpa del hueso.
– La pulpa es negra o rosada.

El proceso es el siguiente:

a) Se lava el fruto a presión.
b) La máquina calibradora divide a las aceitunas en dos tamaños:
– Las que tienen un diámetro de menos de 16 mm se envían a la trituración, ya que tienen un contenido de aceite del 22 % y dan un aceite de muy buena calidad.
– Las de mayor tamaño se elaboran como aceitunas de mesa.
c) Se retiran las aceitunas que no estén completamente negras, mediante un selector óptico.
d) Se escaldan las aceitunas en agua a 90 °C durante 1-3 minutos hasta que, al apretarla entre los dedos, la pulpa se separe fácilmente del hueso.
e) Salado. Las aceitunas se almacenan en recipientes de plástico abiertos entre capas de sal (10 g de sal por cada 100 kg de aceitunas) durante 2-3 días, a fin de que puedan perder parte del agua de vegetación que contienen.
f) Se secan con una corriente de aire caliente a aproximadamente 55 °C en armazones cubiertos con redes de plástico en delgadas capas hasta que el moho residual descienda al 12-15 %.

El fruto final es negro, muy arrugado, seco y ligeramente amargo, pero tiene unas excelentes características organolépticas. Este producto tiene un bajo nivel de humedad, es muy nutritivo y conserva unas buenas cualidades. Se vende en bolsas de plástico, en cajas pequeñas o en cucuruchos, especialmente en Nápoles para un consumo rápido. La producción se estima en unos 3.000 quintales por año.

Aceitunas negras al natural en salmuera para la producción de pasta de aceituna

La demanda de pasta de aceitunas negras está en aumento. Se emplean aceitunas de diversas variedades: Leccino –de muchas regiones del centro y sur de Italia–, Taggiasca, Ligura, Provenzale y Puglia.

Las aceitunas se parten cuando están completamente maduras y se elaboran en salmuera. Tras doce meses de conservación, cuando la fermentación es completa (fermentación alcohólica y/o parcialmente láctica), el pH es inferior a 4,5 y la concentración de sal se sitúa entre 7 y 8, las aceitunas pasan a una máquina especial para separar la pulpa del hueso.
Esta máquina está compuesta de una tolva unida a un cilindro horizontal de acero inoxidable, con agujeros de unos 2-3 mm por cuyo interior las aceitunas corren lentamente por una cinta sin fin que las comprime contra las paredes del cilindro, de forma tal que a través de los agujeros sale la pulpa, quedando dentro del cilindro los huesos y las pieles, que serán expulsados al término del recorrido.
La pasta se deja secar para que escurra el agua de vegetación y luego se añade aceite de oliva virgen extra obtenido de la misma variedad, en razón de un 5-10 % del peso de la pasta que, por último, se aromatiza con aceites esenciales extraídos de aromas naturales como tomillo, laurel, romero, etc. La pasta se envasa en frascos pequeños de una capacidad de 400 g. El producto se utiliza para untarlo en pan como aperitivo, o como condimento de spaghetti, pescado o carne, siempre en pequeñas cantidades debido a su fuerte sabor y a su elevado coste.
En la producción de pasta de aceitunas verdes se sigue el mismo procedimiento, utilizándose aceitunas estilo español con fermentación láctica. Para este producto no hay mucha demanda en Italia, si bien es muy popular en Estados Unidos.
Aun cuando la pasta de aceitunas es bastante estable, a condición de que se conserve en lugar fresco y con la superficie cubierta con aceite, es aconsejable pasteurizar los contenedores y/o añadir conservantes antimicrobianos permitidos por la ley (benzoatos, sorbatos).

Aceitunas negras al natural, en salmuera, Itrana

Esta preparación comercial se produce únicamente en Lazio, donde se cultiva la variedad Itrana. Se trata de una variedad bastante vigorosa que da unos frutos de tamaño medio, de doble aptitud, de forma ligeramente elipsoidal y a menudo asimétrica con un apéndice subcónico. Al ser autoestéril, se utiliza la variedad Leccino para polinizarla.
Los frutos se recogen entre febrero y marzo porque sólo las aceitunas recogidas tarde conservan el color oscuro de la pulpa después del proceso de fermentación. Por tanto, ante un producto muy apreciado y mejor pagado, hay que tener en cuenta las pérdidas de aceitunas ocasionadas por los frutos que caen naturalmente al suelo, así como el hecho de que a causa de la inevitable vecería, el árbol es prácticamente improductivo durante un año. Se estima que sólo un promedio del 40 % de la producción alcanza la maduración suficiente para usarla de esta forma.
Las aceitunas son calibradas y las de un diámetro inferior a 17 mm se envían al triturado. Su rendimiento en aceite es del 22-28 %, lo que probablemente puede atribuirse a la reducción de la humedad de la pulpa a causa de su avanzado estado de madurez.
Las aceitunas de gran tamaño, con un 85-90 % de pulpa, se almacenan en cubas de madera o en barriles de plástico con una capacidad de 200 kg de aceitunas, que se agitan para permitir el máximo llenado y se rellenan con agua potable (80-100 litros). Se almacenan en un lugar fresco y se cubren regularmente con agua.
Después de 50-60 días, cuando al presionar el fruto entre dos dedos se nota que la pulpa se desprende fácilmente del hueso, se procede al salado, añadiendo en cada recipiente sal a razón de 5-6 kg por cada 100 kg de aceitunas (10-12 kg por contenedor).
La conservación dura unos 5-6 meses, rellenándose regularmente los contenedores con salmuera fresca y muy limpia con una concentración de 10 % de NaCl.
Al final del período de fermentación, las aceitunas han perdido su amargor, tiene un pH muy bajo (<4), un color rojo vinoso peculiar y unas características organolépticas inigualables.
Las aceitunas se venden a granel en frascos de cristal, que son antes pasteurizados usando, como líquido de gobierno, salmuera madre o, si es necesario, añadiendo salmuera fresca a la misma concentración que la madre y adecuadamente acidificada.
La producción total que, como ya se ha dicho, se limita al Lazio, debido a su especial microclima, se estima en unas 3.000-4.000 toneladas anuales y su elaboración se efectúa en cooperativas olivareras o en pequeñas fábricas privadas.
El coste del producto en el mercado nacional es casi el doble que el de las aceitunas negras al natural en salmuera.

DIVERSAS PREPARACIONES COMERCIALES DE ESTADOS UNIDOS, MARRUECOS, SIRIA Y ARGENTINA

Estados Unidos produce principalmente aceitunas negras aderezadas y, en menor cantidad, aceitunas verdes estilo español. La producción total, concentrada en California, se elevó a 83.000 toneladas en el período de seis años comprendido entre 1986-1987 a 1991-1992, cantidad casi igual a toda la producción anual de Italia.
Durante el mismo período de seis años, Marruecos tuvo una producción anual de 75.000 toneladas, casi la misma que Grecia. La producción es de buena calidad y principalmente se destina a la exportación.
Siria sigue a Marruecos con una producción media, en el mismo período, de 61.300 toneladas de aceitunas de mesa y utiliza variedades muy resistentes de la región de Damasco y especialmente las variedades de doble aptitud Sourani y Temprani, que se cultivan en el norte de Siria.
Argentina ocupa el siguiente lugar en la lista con una producción media de 32.500 toneladas, principalmente de aceitunas verdes estilo español. En los últimos años, Argentina ha empezado a producir también aceitunas negras aderezadas para lo que utiliza sobre todo la variedad Arauco.

BIBLIOGRAFÍA

(1) BALATSOURAS, G. D. «Composition chimique des olives noires de Grèce. Variations de quelques constituants en fonction de la région de production». *Inform. Oleic. Intern.*, 28, pp. 131-156. 1964.

(2) BALATSOURAS, G. D. «Contribution to the study of the chemical composition and the microflora of the stored in brine greek black olives». *Editions of the national Printing Office* (Ministry of presidency) Athens, Greece. 1966.

(3) BALATSOURAS, G. D. «The chemical composition of the brine of stored greek black olives». *Grasas y Aceites*, Vol. 17, pp. 83-88. 1966.

(4) BALATSOURAS, G. D. «Traitement des olives noires». *Inf. Oleic. Intern.*, Vol. 46, pp. 65-75. 1969.

(5) BALATSOURAS, G. D. «The chemistry and technology of naturally black olives. A series of lectures delivered to the Centre for the improvement and demostration of olive production technique» Córdoba- España. Ed. FAO-Rome-Italy. 1972.

(6) BALATSOURAS, G. D. «Etude de synthèse concernant la production et l'Industrie-Oléicole. Projet Algérie/75/C12». *Rapport préliminaire sur le traitement des olives de table à Oran* (Algérie). Ed. FAO-Rome-Italie. 1976.

(7) BALATSOURAS, G. D. «Processing of Table Olives of the commercial type. Incised Kalamata Olives in the cooperative factory of Messenia (KSEM)». Edition of the Laboratory of Agricultural Industries. Agr. Univ. of Athens Greece. 1976.

(8) BALATSOURAS, G. D. «Rapport préliminaire sur le traitement des olives de table à Oran». Ed. FAO-Rome-Italie. 1976.

(9) BALATSOURAS, G. D. Nutritive and biological value of the greek table olives. 3rd International Congress on the biological value of olive oil. Chania (Crete), Greece, September 8-12, 1980.

(10) BALATSOURAS, G. D. «L'Oleiculture en Algérie. Problèmes et Perspectives». Ed. FAO-Rome-Italie. 1984.

(11) BALATSOURAS, G. D. «Improvement of olive production and processing in Syria». Ed. FAO-Rome-Italy. 1984.

(12) BALATSOURAS, G. D. «Taxonomic and physiological characteristics of the facultative rod-type lactic acid bacteria isolated from fermenting green and black olives». *Grasas y Aceites*, Vol. 36, pp. 239-249. 1986.

(13) BALATSOURAS, G. D. y POLYMENACOS, N. G. «Résultats préliminaires sur la fermentation des olives noires par acide lactique». *Inf. Oléic. Intern.* Vol. 27, pp. 153-168. 1964.

(14) BALATSOURAS, G. D.; VLACHOS, TH.; CODOUNIS, M. y DALLES, TH. Debittering during fermentation of green olives by adding to the brine solid sodium hydroxide (NAOH)- Technique of Castelvetrano». *Agr. Res.*, 3, pp. 282-308. 1979.

(15) BALATSOURAS, G. D.; PAPOUTSIS, G. and PAPAMICHAEL-BALATSOURAS, V. «Changes in olive fruit of Conservolea variety from the standpoint of green and black pickling». *Olea*, Vol. 19, pp. 43-45. 1986.

(16) BALDINI, E. y SCARAMUZZI, F. «Contributo allo studio delle cultivar di olivo da tavola». *Rivista dell'Orto floro frutticoltura Italiana*. 1957.

(17) BALDINI, E. y SCARAMUZZI, F. «Le olive da tavola. Edagricole». Via Emilia Levante 31, Bologna, Italia. 1963.

(18) BOURQUELOT, E. y VENTILESCO, J. «Sur l'oleuropeine nouveau principe de nature glucosidique retirée de l'olivier (*Olea europaea*, L.)». *Compt. Rend.* 147, 533. 1908.

(19) CRUESS, W.V. «Olive pickling in Mediterranean countries». *Calif. Agr. Sta. Cir.* 278, pp. 1-33. 1924.

(20) CRUESS, W.V. «Commercial fruit and vegetable products». *McGraw-Hill Book Company Inc.* New York-Toronto-London. 1948.

(21) DURÁN QUINTANA, M. C.; GARRIDO-FERNÁNDEZ, A.; GONZÁLEZ-CANCHO, F.; FERNÁNDEZ-DÍEZ, M. J. «Aceitunas negras maduras. III. Estudio fisicoquímico y microbiológico de la fermentación». *Grasas y Aceites*, Vol. 24, pp. 149-159. 1973.

(22) DURÁN QUINTANA, M. C.; BRENES BALBUENA, M; GARCÍA GARCÍA, P.; FERNÁNDEZ. GONZÁLEZ, M. J.; GARRIDO FERNÁNDEZ, A. «Aceitunas tipo negras. Estudio comparativo de tres procedimientos para la conservación previa de frutos de la variedad gordal (*O. europaea* regals)». *Grasas y Aceites*, Vol. 42, pp. 106-113. 1991.

(23) DURÁN QUINTANA, M. C.; GARRIDO-FERNÁNDEZ, A.; GONZÁLEZ-CANCHO, F.; FERNÁNDEZ-DÍEZ, M. J. «Aceitunas negras maduras en salmuera. I Estudio físico-químico y microbiológico de la fermentación». *Grasas y Aceites*, Vol. 22, pp. 167-177. 1976

(24) DURÁN-QUINTANA, M. C.; GONZÁLEZ-CANCHO, F.; GARRIDO-FERNÁNDEZ, A. «Aceitunas negras al natural en salmuera. IX. Ensayos de producción de alambrado por inoculación de diversos microorganismos aislados de salmuera de fermentación». *Grasas y Aceites*, Vol. 30, pp. 361-367. 1979.

(25) DURÁN-QUINTANA, M. C.; GONZÁLEZ-CANCHO, F. «Estudio microbiológico de la fermentación de aceitunas negras maduras en salmuera». *I. Microbiol Espan.*, 26, pp. 149-164. 1973.

(26) DURÁN-QUINTANA, M. C.; GONZÁLEZ-CANCHO, F. «Levaduras responsables del proceso de fermentación de aceitunas negras al natural en salmuera». *Grasas y Aceites*, Vol. 28, pp. 181-187. 1979.

(27) DURÁN-QUINTANA, M. C. ; BRENES BALBUENA, M.; GARCÍA-GARCÍA, P.; FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ, M. J.; GARRIDO FERNÁNDEZ, A. «Aceitunas tipo negras. Estudio comparativo de tres procedimientos para la conservación previa de frutos de la variedad gordal. (*O. europaea* regals)». *Grasas y Aceites,* Vol. 42, pp. 106-113. 1991.

(28) DUTSIAS, G. «Processing and Spoilage of table olives seminar on the quality control of processed agricultural products». Elaeourgiki, Pirens Av. , 37-39, Athens-Greece. 1983.

(29) EXARCHOS, C.; LEGAKIS, F.; BALATSOURAS, G. «Experimental data on the fermentation in Greece of green olives according to spanish method during the periods 1960-61 and 1961-62». Research Bulletin of the Institute of Plant Products Technology, 4, pp. 113-138. 1968.

(30) FERNÁNDEZ-DIEZ, M. J. «Elaboración de aceitunas de mesa en Turquía». *Grasas y Aceites,* 23, pp. 138-145. 1972.

(31) FERNÁNDEZ-DÍEZ, M. F.; CASTILLO GÓMEZ, J.; DURÁN-QUINTANA, M. C.; GARRIDO FERNÁNDEZ, A.; GONZÁLEZ-CANCHO, F.; MÍNQUEZ MOSQUERA, M. I.; NOSTI, M. «Preparación de aceitunas negras de mesa». *Grasas y Aceites,* Vol. 27, pp. 411-421. 1976.

(32) FERNÁNDEZ-DÍEZ, M. F. ; GARRIDO FERNÁNDEZ, A.; CASARES MERELO, R. «El p y la acidez libre como factores determinantes del color en las aceitunas negras maduras sin oxidación alcalina». *Anal. Bromatol.* XXVII-3, pp. 223-240. 1975.

(33) FERNÁNDEZ-DÍEZ, M. J.; MÍNGUEZ MOSQUERA, I.; CARVAJAL ALVÁREZ, M. «Efecto del cloruro cálcico sobre la textura y color de aceitunas negras». *Anal. Bromatol.* XXVII-3, pp. 209-222. 1975.

(34) GARCÍA GARCÍA, P. ; BRENES BALBUENA, M.; GARRIDO FERNÁNDEZ, A. «Uso de lactato ferroso en la elaboración de aceitunas tipo negras». *Grasas y Aceites,* Vol. 37, pp. 33-38. 1986.

(35) GARCÍA GARCÍA, P.; DURÁN QUINTANA, M. C.; GARRIDO-FERNÁNDEZ, A. «Modificaciones del proceso de fermentación de aceitunas negras al natural para evitar alteraciones». *Grasas y Aceites,* Vol. 33, pp. 9-17. 1982.

(36) GARCÍA GARCÍA, P.; DURÁN QUINTANA, M. C.; GARRIDO-FERNÁNDEZ, A. «Fermentación aeróbica de aceitunas maduras en salmuera». *Grasas y Aceites,* Vol. 36, pp. 14-20. 1985.

(37) GARRIDO-FERNÁNDEZ, A.; VAUGHN, R. H. «Utilization of oleuropein by microorganisms associated with olive fermentation». *Can. Journ. Microbiol.,* 24, pp. 680-684. 1978.

(38) GARRIDO-FERNÁNDEZ, A.; ALBI, M. A.; FERNÁNDEZ-DÍEZ, M.J. «Aceitunas negras por oxidación en medio alcalino. II. Determinación del contenido en hierro y evolución de diversos factores durante el proceso de elaboración». *Grasas y Aceites,* Vol. 24, pp. 287-292. 1973.

(39) GARRIDO-FERNÁNDEZ; FERNÁNDEZ-DÍEZ, M. J. «Determinación de color en las aceitunas negras maduras estilo griego». *Grasas y Aceites,* Vol. 21, pp. 141-147. 1970.

(40) GONZÁLEZ CANCHO, F. «Levaduras en la fermentación de aceitunas verdes estilo español». *Revista de Ciencia Aplicada,* Vol. 109, pp. 24-31, y 124-131. 1966.

(41) GONZÁLEZ CANCHO, F. «Estudio sobre el aderezo de aceitunas verdes. Población microbiana de las salmueras de aceitunas». *Grasas y Aceites,* Vol. 7, pp. 81-88. 1956.

(42) GONZÁLEZ CANCHO, F.; NOSTI VEGA, M.; DURAN-QUINTANA, M. C.; GARRIDO FERNÁNDEZ, A.; FERNÁNDEZ-DÍEZ, M. J. «El proceso de fermentación en las aceitunas negras maduras en salmuera». *Grasas y Aceites,* Vol. 26, pp. 297-309. 1975.

(43) GONZÁLEZ-CANCHO, F.; FERNÁNDEZ-DÍEZ, M. J. «Resistencia térmica de diferentes especies de Clostridium, aisladas de salmueras de aceitunas verdes aderezadas alteradas». *Microbiol. Espan.* Vol. 20, pp. 73-80. 1967.

(44) GONZÁLEZ-PELLISSO, F.; REJANO NAVARRO, L.; GONZÁLEZ-CANCHO. «La pasterización de aceitunas estilo sevillano. I». *Grasas y Aceites,* Vol. 33, pp. 201-207. 1982.

(45) GUZMAN CHOZAS, M.; BAUTISTA PALOMA, F. J.; GARRIDO FERNÁNDEZ, A. «Determinación de gluconato ferroso en aceitunas de mesa». *Anal. Bromatol.* XXXII-3, pp. 299-302. 1980.

(46) HEREDIA-MORENO; FERNÁNDEZ-BOLANOS GUZMAN, A. J.; GUILLÉN BEJARANO, R. «Caracterización y purificación parcial de enzimas celulolíticas en aceitunas». *Grasas y Aceites,* Vol. 40, pp. 190-193. 1989.

(47) INSTITUTO DE LA GRASA (R. DE LA BORBOLLA et al.). «El aderezo de aceitunas verdes». Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Sevilla-España. 1956.

(48) INSTITUTO DE LA GRASA. (FERNÁNDEZ-DÍEZ, DE CASTRO; RAMOS, GARRIDO FERNÁNDEZ, Y COL.). «Biotecnología de la aceituna de mesa». Consejo Superior de Investigaciones Cientificas: Sevilla-Madrid. 1985.

(49) INTERNATIONAL OLIVE OIL COUNCIL, *World table olive balances.* Juan Bravo, 10. Madrid. España. 1986-1992.

(50) LOUSSERT, R.; BROUSSE, G. «L'Olivier. Techniques agricoles et productions meditérranéennes». G.P. Maisonneuve et Larose. 15, rue Victor-Cousin, Paris-France. 1978.

(51) LYCHNOS, M. «The Olive-Tree». Vol. I and II. Pyrsos Editing Comapny. Athens-Greece. 1984.

(52) MANOUKAS, A. G.; MAZOMENOS, B.; PATRINOU, A. «Amico acid composition of three varieties of olive fruit». *J. Agr. Food Chem.* 21, pp. 215-217. 1973.

(53) MARSICO, D. F. «Olivicultura y Elayotecnia», Salvat Editores, S.A. Barcelona-España. 1955.

(54) MÍNGUEZ MOSQUERA, M. I.; GARRIDO-FERNÁNDEZ, J.; PEREDA MARIN, J. «Incidencia del proceso de aderezo sobre los pigmentos cloroplásticos inicialmente presentes en frutos de olivo de las variedades Manzanilla y Hojiblanca». *Grasas y Aceites*, Vol. 37, pp. 320-325. 1986.

(55) MÍNGUEZ-MOSQUERA, M. I.; GARRIDO-FERNÁNDEZ, J. «Chlorophyll and carotenoid presence in olive fruit (*Olea europaea*)». *J. Agr. Food Chem.* 37, pp. 1-7. 1989.

(56) MORETTINI, A. «Selezione clonale del Moraiolo e del Frantoio». *L'Italia Agricola*, nº 1. 1961.

(57) MORETTINI, A. «Olivicultura». Seconda Edizione, Ramo Editoriale degli Agricultori (R.E.D.A.). Roma-Italia. 1972.

(58) NOSTI VEGA, M.; VÁZQUEZ-LADRÓN, R.; CASTRO RAMOS, R. DE «Composición y valor nutritivo de algunas variedades españolas de aceituna de mesa. II Aceitunas verdes en salmuera». *Grasas y Aceites*, Vol. 30, Fasc. 2, pp. 93-100. 1979.

(59) NOTARNICOLA, L. «Sulla valutazione delle transformazioni delle olive verdi durante la lavorazione». Quaderni di Merceologia, Vol. 6, pp. 231-240. 1967.

(60) PANIZZI, I.; SCARPATI, M. I.; ORIENTI, G. «Constituzione della oleuropeina, glucoside amaro e ad azione ipotensiva dell'olivo». *Gazz. Chim. Ital.*, 90, pp. 1.449-1.455. 1960.

(61) PAPADAKI K.; BALATSOURAS, G. «Chemical and microbiological analyses in olive fruit of Megaritici variety», *M.S. Thesis Agr.* Univ. Athens, Athens-Greece. 1988.

(62) POLYMENCOS, N. G.; BALATSOURAS, G.D.; VASILIKI, D; BALATSOURAS. «The effect of the type of processing upon the fermentability and the chemical composition of green olives of Conservolea variety». Ed. Min. Agric. Athens. Greece. 1967.

(63) BORBOLLA, R. DE LA ; GÓMEZ HERRERA, C.; GONZÁLEZ-CANCHO, F.; FERNÁNDEZ-DÍEZ, M. J. «Estudio sobre el aderezo de aceitunas verdes. XV, La primera fase de la fermentación». *Grasas y Aceites*, Vol. 9, pp. 118-124. 1958.

(64) BORBOLLA, R. DE LA; GÓMEZ HERRERA, C.; GONZÁLEZ-PELLISSO, F. «Estudios sobre el aderezo de aceitunas verdes». *Rev. Cien. Aplicada*, 641, pp. 634-663. 1953.

(65) BORBOLLA, R. DE LA; GÓMEZ HERRERA, C.; ROSARIO GUZMÁN. «pH changes of fermenting olive solutions. Buffer system of brine solutions for pickled green olives». *Ind. Eng. Chem.*, 44, pp. 2.227-2.228. 1952.

(66) BORBOLLA, R. DE LA; GÓMEZ HERRERA, C.; GUTIERREZ QUIJANO,R.; FERNÁNDEZ-DÍEZ, M. «Recherches sur la préparation des olives vertes». *Oleagineux*, 7ème année, nº 6, pp. 323-331. 1952.

(67) BORBOLLA, R. DE LA; FERNÁNEZ-DÍEZ, M. J.; GONZÁLEZ-PELLISSO, F. «Cambios en la composición de la aceituna durante su desarrollo». *Grasas y Aceites*, Vol. 6, p. 5. 1995.

(68) ROBY, H.R. «Estudio critico del estado actual de la industria de la preparación de aceitunas de mesa en Mendoza, con especial referencia al procedimiento de aceitunas verdes fermentadas en piletas». Esperimenta, Universidad Nacional de Cujo, Argentina, pp. 1-52. 1960.

(69) RUIZ-BARBA, J. L.; RÍOS-SÁNCHEZ, R. M.; FEDRIANI-IRISO, C.; OLIAS, J. M.; RÍOS, J. L.; JÍMENEZ-DIAZ, R. «Bactericidal effect of phenolic compounds from green olives on *Lactobacilus plantarum*». *System. Appl. Microbiol.* 13, pp. 199-205. 1990.

(70) SHASHA, B.; LEIBOWITZ, J. «On the eleuropein, the bitter principle of olives». *J. Org. Chem.* 26, p. 1.948. 1961.

(71) VAUGHN, R. H.; DOUGLAS, H. C.; GILILIAND, J. R. «Production of Spanish-type green olives». *Calif. Agr. Exp. Sta.* Bull. 678, pp. 1-82. 1943.

(72) VENEZIA, G.; SALVO, F.; CAPPELLO, A. «L'olivo da mensa (Co. Nocellara del Belice)». Regione Siciliana, Assessorato dell'Agricoltura e Foreste. Sicilia-Italia. 1956.

Capítulo 9

NUTRICIÓN Y VALOR BIOLÓGICO

Coordinación:
Prof. FRANCISCO GRANDE COVIÁN*
Prof. Emérito
Departamento de Bioquímica
Facultad de Ciencias
Universidad de Zaragoza
Zaragoza (España)

Colaboradores:
Prof. MIRELLA AUDISIO
Titolare della Cattedra di Fisiologia
Generale 1, Facoltà di Farmacia
Università «La Sapienza»
Roma (Italia)

Dra. ANDREA BONANOME
Cattedra di Medicina Interna
Università di Padova
Castelfranco Veneto (PD) (Italia)

Prof. RAFAEL CARMENA
Catedrático de Medicina
Director de la Unidad Docente
Unidad Docente de Endocrinología,
Nutrición y Enfermedades Metabólicas
Facultat de Medicina
Universitat de València
Valencia (España)

Prof. ABHIMANYU GARG, M. D.
Associate Professor
Department of Internal Medicine
Center for Human Nutrition
The University of Texas
Southwestern Medical Center at Dallas
Dallas (Texas) (Estados Unidos)

Dr. ANTIGONE KOURIS-BLAZOS
Research Dietitian.
Monash University
Department of Medicine
Monash Medical Center
Clayton Victoria (Australia)

Prof. RONALD P. MENSINK
Department of Human Biology
Faculty of Health Sciences
University of Limburg
Maastricht (Países Bajos)

Prof. ALI OTO, M. D.
Department of Cardiology
Hacettepe University
Faculty of Medicine
Ankara (Turquía)

Prof. ANTONIO PAGNAN
Cattedra di Medicina Interna
Direttore Università di Padova
Castelfranco Veneto (PD) (Italia)

Sra. ROSEMARY STANTON
Nutrition Consultant
Sydney (Australia)

Prof. ANTONIA TRICHOPOULOU, M. D.
National Centre for Nutrition
National School of Public Health
Atenas (Grecia)

Dr. GREGORIO VARELA MOSQUERA
Catedrático Emérito
de Nutrición y Bromatología
Departamento de Nutrición
de la Universidad Complutense
Facultad de Farmacia
Madrid (España)

Prof. PUBLIO VIOLA
Primario Medico Ospedale S. Giovanni
L. Docente in Medicina Sociale
dell'Università di Roma
Roma (Italia)

Prof. MARK L. WAHLQVIST
Chairman, Monash University
Department of Medicine
Monash Medical Centre
Clayton Victoria (Australia)

NOTA: en este capítulo los distintos apartados están redactados por los colaboradores.

* El Prof. Grande Covián falleció el 28 de junio de 1995.

PERSPECTIVAS DE LAS VENTAJAS NUTRICIONALES DEL ACEITE DE OLIVA

ROSEMAY STANTON

En la actualidad se reconocen en todo el mundo las cualidades sanitarias y nutricionales del aceite de oliva. Alguien podría preguntarse por qué ha tardado tanto este reconocimiento.

En el decenio de 1950, Ancel Keys y Francisco Grande Covián comenzaron sus estudios clásicos, que iban a cambiar las ideas del mundo acerca de la cardiopatía coronaria. Mediante un análisis cuidadoso de la dieta, del colesterol sérico y de la incidencia de cardiopatías coronarias en 22 poblaciones de siete países, en su Estudio de Siete Países (Seven Countries Study) señalaron que las poblaciones que ingerían pocas grasas saturadas presentaban niveles bajos de colesterol sérico y una incidencia mucho menor de cardiopatías coronarias. No todas las poblaciones con baja ingesta de grasas saturadas evitaban las grasas, sino que las tomaban en forma de aceite de oliva. Esta grasa contenía predominantemente ácidos grasos monoinsaturados.

Durante algunos años, la importancia del aceite de oliva fue ignorada fuera de los países de la región mediterránea. En la actualidad esta situación está cambiando de forma espectacular y resulta útil examinar las direcciones tomadas por los investigadores en lo que respecta a la dieta y a la cardiopatía.

FASES DE LA INVESTIGACIÓN

DECENIOS DE 1950 Y 1960

Se demostró que las poblaciones que consumían aceite de oliva como grasa principal presentaban niveles bajos de colesterol sérico y una baja incidencia de cardiopatía coronaria. En esta fase únicamente se medía el colesterol sérico total.

Los investigadores iniciaron entonces estudios con diferentes tipos de grasas y señalaron que los ácidos grasos poliinsaturados parecían reducir los niveles séricos de colesterol total mejor que las grasas monoinsaturadas. Las grasas saturadas incrementaban el colesterol sérico. Como consecuencia, en esta época:

- Se elogiaron las grasas poliinsaturadas.
- Se condenaron las grasas saturadas.
- Se consideraron neutrales las grasas monoinsaturadas.

DECENIOS DE 1970 Y 1980

En este período, millones de personas de América del Norte, Australia y parte de Europa modificaron sus hábitos y consumieron aceites vegetales poliinsaturados y margarinas en lugar de las grasas saturadas que habían utilizado anteriormente.

Los investigadores descubrieron entonces que el colesterol podía ser transportado por dos tipos de partículas: lipoproteínas de alta densidad (HDL) o lipoproteínas de baja densidad (LDL). El colesterol transportado por la fracción HDL desempeñaba un papel protector, al llevar fragmentos de colesterol de las arterias al hígado. El colesterol transportado por la fracción LDL era el verdadero culpable, al incrementar el riesgo de formación de placas en las arterias y, con ello, aumentar el proceso aterosclerótico.

Al examinar nuevamente los factores dietéticos, se comprobó que las grasas saturadas aumentaban el nivel de colesterol-LDL indeseable y reducían el colesterol-HDL protector. Las grasas poliinsaturadas, por el contrario, reducían la fracción LDL. No obstante, si se utilizaban en grandes cantidades, podían reducir también el colesterol-HDL. Las grasas monoinsaturadas poseían la misma capacidad para reducir el colesterol-LDL, pero podían incrementar la fracción HDL protectora. Como consecuencia:

- Se elogiaron las grasas poliinsaturadas, pero solo si se utilizaban en pequeñas cantidades.
- Se condenaron aún más las grasas saturadas.
- Se consideraron valiosas las grasas monoinsaturadas.

DECENIO DE 1990

La investigación se concentra ahora en los efectos perjudiciales de las partículas oxidadas de colesterol-LDL, que son las que tienen más probabilidades de causar aterosclerosis. Los investigadores creen en la actualidad que la oxidación de uno de los ácidos grasos poliinsaturados, el ácido linoleico, produce pequeñas partículas que se unen

a residuos específicos de aminoácidos de la proteína-LDL para formar LDL oxidada, la cual muestra entonces tendencia a formar células que contribuyen a la formación de placas en las arterias coronarias. Los ácidos grasos poliinsaturados parecen ser más sensibles a la oxidación que las grasas monoinsaturadas. Hay además diversos antioxidantes que desempeñan un papel en la prevención de las reacciones de oxidación.

Los ácidos grasos trans, que se obtienen al solidificarse muchos tipos de grasas poliinsaturadas y monoinsaturadas para su empleo en alimentos transformados y untables, también son objeto de críticas, ya que pueden elevar el colesterol sérico y también los niveles de lipoproteína [a], otro factor de riesgo de cardiopatía coronaria.

El consejo más reciente es, por tanto, el siguiente:

- Las grasas poliinsaturadas quizá deban reemplazarse por grasas monoinsaturadas, más seguras y menos oxidables.
- Las grasas saturadas siguen siendo consideradas indeseables.
- Las grasas monoinsaturadas han ocupado el lugar más importante.

Añádase a todo ello el consejo de ingerir sustancias antioxidantes y evitar los ácidos grasos trans.

Volviendo al aceite de oliva, se ha comprobado que es rico en ácidos grasos monoinsaturados y que además contiene valiosos antioxidantes. Por lo tanto, parece cerrarse el círculo de lo que Keys y Grande observaron en el decenio de 1950: que el aceite de oliva es un producto saludable y nutritivo.

Estas conclusiones se han visto reforzadas por recientes investigaciones que demuestran la salubridad del aceite de oliva cuando se utiliza para freír. Mientras que algunos aceites con un elevado contenido en grasas poliinsaturadas pueden formar hidroperóxidos peligrosos cuando se calientan, esta circunstancia no se da con el aceite de oliva.

La gran variedad de antioxidantes presentes en el aceite de oliva puede ser importante también para otros problemas de salud en que las reacciones oxidativas son poco recomendables. Se incluyen aquí algunos tipos de cáncer y diversos efectos del envejecimiento sobre los tejidos corporales.

Al hacer una valoración global del aceite de oliva en la investigación científica, hay que concluir, por tanto, que es la forma más útil de grasa disponible; y señalar asimismo que es mucho más que una grasa monoinsaturada. Aunque la mayor parte de las investigaciones se han centrado hasta ahora en los tipos de ácidos grasos presentes en los alimentos, el aceite de oliva contiene también una serie de antioxidantes e ingredientes sápidos. Es posible que éstos no tengan funciones nutricionales conocidas, pero las investigaciones actuales están demostrando que muchos compuestos anticancerosos encontrados en alimentos tales como las frutas y las hortalizas no son nutrientes conocidos. Todavía tenemos mucho que aprender sobre el aceite de oliva y otros productos naturales similares, y no podemos estar seguros de que al señalar simplemente que el aceite de oliva es una grasa monoinsaturada le estemos dando su verdadero valor.

SABOR

Aunque el aceite de oliva se utiliza desde hace miles de años en los países mediterráneos, hasta hace poco los estadounidenses, los australianos y muchos europeos del norte lo consideraban como una «medicina». Por fortuna, tales actitudes están cambiando rápidamente y el aceite de oliva goza de un nuevo reconocimiento por su extraordinario sabor. Muchas personas lo degustan como el vino y empiezan a ser conscientes de la gama de sabores que ofrece en función de las distintas variedades de aceitunas, crecidas en variados climas y recogidas en distintas fases de maduración.

El sabor definido de los aceites de oliva supone también una ventaja para quienes han de restringir las grasas de la dieta por problemas de exceso de grasa corporal, diabetes o ciertos tipos de cáncer. Incluso en pequeñas cantidades, el aceite de oliva puede dar sabor a una ensalada o a muchos otros platos.

NUTRICIÓN Y VALOR BIOLÓGICO

MARK L. WAHLQVIST
ANTIGONE KOURIS-BLAZOS

El objeto de este apartado es revisar brevemente nuestros conocimientos actuales sobre la relación entre el consumo de aceite de oliva, la nutrición humana y la salud.

COMPOSICIÓN QUIMICA DEL ACEITE DE OLIVA: NO SÓLO MONOINSATURADO

Clasificación del aceite de oliva

Las aceitunas contienen un 20 % de aceite, que se extrae casi siempre mediante prensado mecánico combinado con el empleo de calor, de disolventes o de ambos. Las grasas están contenidas en las células de la aceituna. Cuando ésta se calienta a temperaturas superiores a 200 °C, las paredes celulares se hacen permeables, lo que facilita el prensado. Además el calentamiento reduce la densidad del aceite, favoreciendo su flujo. El aceite que queda en el residuo puede extraerse mediante disolventes (hexano, isopropanol, acetona). Una vez extraídos, algunos aceites son refinados –para eliminar impurezas tales como fragmentos de ácidos grasos y proteínas–, desodorizados y blanqueados para mejorar y neutralizar su sabor, ya que no todas las aceitunas tienen la misma calidad.

Los aceites de oliva se clasifican según una determinada escala. El mejor es el aceite de primer prensado, obtenido sólo por presión mecánica, sin calor (prensado en frío). Los prensados sucesivos proporcionan aceites de menor calidad, que por lo general hay que refinar para mejorar el sabor y la conservación. No obstante, estos aceites han perdido por lo general su sabor característico y tienen una acidez mucho mayor que los aceites vírgenes, la cual se neutraliza con álcali en presencia de disolventes.

El aceite de primer prensado se clasifica como aceite de oliva virgen extra: es un aceite superior, de aceitunas de la mejor calidad, apenas maduras y de baja acidez. Como no se ha obtenido empleando calor, contiene menos impurezas y no suele precisar refinado. Conserva mejor su sabor natural, al igual que los nutrientes. Un verdadero aceite prensado en frío tiene un color más oscuro (amarillo oscuro o verde) y mayor viscosidad.

Los otros aceites de oliva vírgenes son también de primer prensado, pero han podido obtenerse empleando calor. Por su parte, el aceite refinado se obtiene refinando el aceite virgen. El aceite de oliva es una mezcla de aceite virgen y refinado. Se añade aceite virgen porque éste contiene antioxidantes naturales que evitan el enranciamiento de los aceites de oliva de menor calidad. El aceite de orujo de oliva se obtiene por tratamiento con disolventes de los orujos de la aceituna que quedan tras el prensado mecánico del aceite virgen. Se hace apto para el consumo mediante el refinado. Recientemente se ha lanzado al mercado el aceite de oliva ligero (*light*), término que designa el sabor, no el contenido en grasa. Se trata de un aceite de sabor más suave, más neutro, ya que raramente contiene aceite virgen y por lo general ha sido refinado, desodorizado y blanqueado para reducir más su sabor y su color hasta un amarillo claro (Fedeli y Testolin, 1991; Rogers, 1990).

Composición del aceite de oliva

El aceite de oliva está constituido en un 99 % por una fracción saponificable (triglicéridos) y en un 1 % por una fracción insaponificable (componentes menores). En lo que respecta a la composición de ácidos grasos, no existen diferencias entre el aceite virgen y el refinado. El principal ácido graso en el aceite de oliva es el monoinsaturado omega 9 oleico (63-83 %), seguido por los saturados palmítico (7-17 %), esteárico (1,5-5 %) y palmitoleico (0,3-3,0 %), y por los poliinsaturados omega 6 linoleico (3-14 %) y omega 3 linolénico (< 1,5 %).

Los aceites de oliva procedentes de las regiones mediterráneas más meridionales y cálidas tienden a ser más ricos en ácido linoleico que los de las regiones más septentrionales. El organismo humano no es capaz de sintetizar ácido omega 6 linoleico (18:2 n-6) ni omega 3 a-linolénico (18:3 n-3). Para evitar las manifestaciones de déficit no se requieren grandes cantidades de estos ácidos grasos, y el aceite de oliva proporciona una cantidad pequeña, pero adecuada, de los mismos. Las necesidades de ácidos linoleico y linolénico se calculan en un 1-2 % y un 0,2-0,6 % respectivamente de la ingesta energética total, aportados por 2-3 cucharadas soperas de aceite de oliva/2.700 kcal por día (Fedeli y Testolin, 1991).

La fracción insaponificable del aceite de oliva contiene vitamina E, otros antioxidantes y no nutrientes, que se encuentran en mayor cantidad en el aceite virgen (Yoo y col., 1988; Cortesi y Fedeli, 1983):

- *Vitamina E:* 15-17 mg/100 ml de aceite. El 90 % de los tocoferoles presentes están en forma alfa (la más activa biológicamente); posee actividad antioxidante.
- *Compuestos fenólicos:* P. ej., fenoles, ácidos fenólicos, polifenoles; poseen actividad antioxidante.
- *Fitoestrógenos:* presentan actividad tanto estrógena como antiestrógena.
- *Esteroles:* P. ej., b-sitosterol, sustancia que se opone a la absorción intestinal del colesterol de la dieta.
- *Hidrocarburos:* P. ej., escualeno, 0,15 mg/100 ml, sustancia que inhibe la síntesis de colesterol a través de la enzima L-CAT; b-caroteno, que posee vitamina A y propiedades antioxidantes.
- *Alcoholes terpénicos:* P. ej., ciclo-artenol, que ayuda a la excreción fecal de colesterol al aumentar la secreción de ácidos biliares.
- *Colorantes:* P. ej., carotenoides, clorofila; poseen actividad antioxidante.
- *Sustancias aromáticas:* proporcionan el olor y el sabor característicos del aceite de oliva.

La cocina y el aceite de oliva

El aceite de oliva, a diferencia de los aceites de semillas, permanece estable incluso a las elevadas temperaturas utilizadas para freír, tanto por su contenido en antioxidantes como por la elevada presencia de ácido oleico, que lo hacen menos vulnerable a la oxidación y a la subsiguiente formación de productos tóxicos (P. ej., peróxidos y polímeros). Asimismo, estudios de Valera y col. (1982) han demostrado que el aceite de oliva no penetra en los alimentos, sino que permanece en la superficie, a diferencia de otras grasas y aceites que penetran mucho o del todo en los alimentos. La digestibilidad del aceite de oliva usado no cambia ni siquiera después de 10 frituras repetidas de carne o sardinas (Varela y col., 1984).

EL ACEITE DE OLIVA EN LA SALUD Y EN LA ENFERMEDAD: NO SÓLO CARDIOPATÍA

RELACIÓN CON EL COLESTEROL

Durante los últimos treinta y cinco años, las investigaciones sobre nutrición han aportado pruebas de que las grasas poliinsaturadas (GPI) son hipocolesterolemiantes, las grasas saturadas (GS) elevan el colesterol y las grasas monoinsaturadas (GMI) son neutrales. Se ha observado que las grasas saturadas, como el ácido mirístico, que se encuentra en las grasas lácteas y el aceite de coco, y el ácido palmítico, que se encuentra en las grasas animales y el aceite de palma, elevan el colesterol-LDL, mientras que el ácido esteárico de la grasa de vacuno y del chocolate es neutro, pero puede favorecer la trombosis (US National Research Council, 1989). El interés se centró exclusivamente en la proporción de grasas GPI/GS (esto es, en la razón P/S), mientras que se dedicó escasa atención a las GMI, recomendándose una razón P/S de 2 para contrarrestar el incremento del colesterol provocado por las GS (Keys y col., 1965). El ácido linoleico se convirtió en la grasa poliinsaturada de elección. Así, durante algún tiempo, los educadores sanitarios nos animaron a sustituir las GS de nuestra dieta por GPI, lo que dio lugar a la elevada ingesta actual de estas últimas: alrededor de un 10 % de la ingesta energética total en la mayor parte de los países desarrollados.

Recientemente se ha empezado a dudar de que una ingesta elevada de GPI sea tan saludable como se creyó en un principio. En este siglo ha tenido lugar un masivo experimento humano, sin precedentes en la historia, consistente en la ingesta elevada del ácido linoleico contenido en los aceites vegetales, que quizá haya ayudado a reducir los índices de enfermedades cardiacas, pero que también ha aumentado el número de fallecimientos por cáncer. Estudios en animales y otros estudios posteriores de varios grupos han levantado la sospecha de que las GPI favorezcan la aparición de tumores en presencia de carcinógenos químicos y den lugar a inmunosupresión (Spiller, 1991).

Algunos estudios indican que, además de reducir el nivel de lipoproteínas de baja densidad (LDL), la ingesta de grandes cantidades de GPI (> 10 % de la ingesta energética total) puede reducir el nivel de lipoproteínas de alta densidad (HDL) en sangre (Mattson y Grundy, 1985; Spiller, 1991). Otros estudios, sin embargo, han demostrado que una dieta habitual no contiene cantidades lo bastante altas de GPI para que ocurra tal cosa (Mensink y Katan, 1989).

Cuanto más elevada sea la ingesta de GPI, mayor es la ingesta de antioxidantes requerida (las necesidades de vitamina E pueden aumentar hasta 200 veces al crecer la ingesta de GPI), debido a la vulnerabilidad de estas grasas a la oxidación y a la formación de radicales libres. Por esta razón, los aceites que contienen GPS llevan normalmente antioxidantes, si bien la mayor parte de éstos son necesarios como conservantes y queda en realidad poca cantidad disponible para la actividad biológica en el organismo humano después del consumo. Así, en ausencia de cantidades adecuadas de antioxidante, la presencia abundante de GPI en la dieta puede producir peroxidación lipídica y radicales libres. Estos últimos se consideran en la actualidad implicados en la carcinogénesis y pueden ser la clave del proceso de aterosclerosis, ya que, debido al efecto que producen sobre el colesterol, éste se transforma en un potente estímulo para el inicio de las lesiones arteriales (James y col., 1989; Yamamoto y col., 1988).

Existe una interacción competitiva entre el metabolismo de los ácidos grasos. El ácido omega 6 linoleico suprime el metabolismo de los ácidos grasos omega 3 (P. ej., ácido linolénico, ácido eicosapentaenoico y ácido docosahexanoico) y viceversa, en el paso limitante de velocidad (enzima desaturasa 6D), y ambos suprimen el metabolismo del ácido omega 9 oleico (US International Life Sciences Insti-

tute Nutrition Foundation, 1990). Por lo tanto, una ingesta elevada de ácido omega 6 linoleico impide que los ácidos grasos omega 3 se incorporen a las membranas celulares y plaquetarias en las que éstos ejercen sus propiedades antitrombóticas, antiinflamatorias y vasodilatadoras. Debido a estas propiedades, junto con la reducción de los niveles sanguíneos de triglicéridos, no de colesterol, se ha considerado que los ácidos grasos omega 3 protegen contra la cardiopatía coronaria. Las ventajas de estas grasas se identificaron por primera vez en estudios de población en esquimales y en pescadores japoneses, que presentaban una incidencia muy baja de dicha enfermedad, a pesar de una dieta que incluía grandes cantidades de peces grasos, ricos en colesterol (Kromhout y col., 1985).

Recientemente, las investigaciones han ampliado su campo y se han interesado por las GMI. Estas, según la opinión actual, son tan eficaces como las PGI para la reducción del nivel de colesterol-LDL en sangre, sin afectar al nivel de HDL (Grundy y col., 1988). En apoyo de tal afirmación, se ha observado que las concentraciones de colesterol en sangre y la incidencia de cardiopatías son menores en algunos países mediterráneos, que consumen aceite de oliva de forma casi exclusiva, que en otros países europeos en los que la cantidad total de grasa en la dieta es similar pero no procede del aceite de oliva (Keys, 1980).

En comparación con las GPI, las GMI son más estables y no se oxidan con tanta facilidad, por lo que no precisan tantos antioxidantes. Los antioxidantes que se encuentran en el aceite de oliva, aparte de proteger a las GMI de la oxidación, permiten también proteger al colesterol sanguíneo de la oxidación y del deterioro. Además, a diferencia del ácido omega 6 linoleico, el ácido omega 9 oleico no compite por la enzima desaturasa. Una dieta de fondo rica en aceite de oliva permite que los ácidos grasos omega 3 sean metabolizados en sus beneficiosos productos colaterales. Por otra parte, si se consume muy poco ácido omega 6 linoleico, se produce un incremento en el ácido eicosatetraenoico (producto de degradación del ácido oleico), que en la actualidad se sabe que posee una potente acción antiinflamatoria (US Surgeon General's Report, 1988; Wahlqvist y Kouris-Blazos, 1991).

La determinación de la mezcla final de ácidos grasos que resulta óptima para la salud y para la seguridad en el contexto de las dietas nacionales ha dado lugar últimamente a ciertas dudas, en especial al conocerse las pruebas sobre la importancia de los ácidos grasos omega 3 y del ácido oleico. En la actualidad, la mayoría de los organismos nacionales aconsejan consumir un 7-8 % de las calorías en forma de grasas saturadas (ingesta actual alrededor del 13 %), un 7 % en forma de ácido linoleico (ingesta actual, 7-10 %) y un 10-15 % en forma de ácido oleico (ingesta actual < 10 %), sin dar ninguna recomendación relativa a los ácidos grasos omega 3. Se recomienda mantener una razón de 2 entre grasas monoinsaturadas y poliinsaturadas (M/P) o entre grasas poliinsaturadas + monoinsaturadas/saturadas (P+M/S). De hecho, para evitar el déficit de ácidos grasos esenciales basta con que la ingesta de ácido linoleico sea un 1-2 % de la ingesta energética total, y existen pruebas de que con una ingesta menor se consiguen los mismos beneficios que con ingestas superiores de ácidos omega 3 y oleico (US National Research Council, 1989; Wahlqvist y Kouris-Blazos, 1991).

Con todo, es posible que no todos los aceites ricos en GMI (p. ej., de almendras, de colza [Canola], de macadamia, de cacahuete) produzcan los mismos efectos que el aceite de oliva, ya que los componentes menores de este último pueden desempeñar también un papel importante.

CONTROL DE LA GLUCEMIA

Garg y col. (1988) compararon una dieta rica en hidratos de carbono con una dieta rica en GMI (33 % de la ingesta energética) en pacientes con diabetes no insulino-dependiente. Se observó un mejor control de la glucemia en los pacientes con dieta a base de GMI.

OBESIDAD

Las observaciones realizadas en el grupo cretense del Estudio de los Siete Países (Seven Countries Study) parecen apoyar la idea de que la dieta rica en aceite de oliva se asocia con un bajo riesgo coronario (Keys y col., 1986). No obstante, recientes observaciones realizadas en Creta señalan que, a pesar de mantener una ingesta elevada de aceite de oliva, los varones y muchachos ya no presentan unas cifras de lipoproteínas en sangre muy favorables (Katan y col., 1987). Una posible explicación se encuentra en la obesidad, que se ha hecho muy común en Creta en los últimos veinticinco años y que probablemente esté relacionada con la disminución del trabajo físico, sin que se haya reducido la elevada ingesta de grasas en forma de aceite de oliva. Estudios clínicos a corto plazo en seres humanos indican que las dietas ricas en grasa se asocian con aumento de peso e incremento en la ingesta energética total (Lissner y col., 1987). La dieta que resultaba adecuada para los campesinos cretenses en el decenio de 1950 puede provocar una obesidad importante en los sedentarios habitantes urbanos de finales del decenio de 1980 y, por lo tanto, cancelar los efectos favorables que el aceite de oliva produce sobre las lipoproteínas en los experimentos isocalóricos controlados. Una dieta rica en GMI es beneficiosa siempre que la ingesta total de grasa permanezca dentro de ciertos límites y se mantenga o incremente el grado de ejercicio para evitar la obesidad.

CÁNCER

Las pruebas derivadas de varios tipos de estudios epidemiológicos indican que una ingesta rica en grasas (en especial grasas saturadas) unida a una ingesta baja en alimentos vegetales se asocia con un mayor riesgo de cáncer, mientras que es escasa o nula la correlación con la ingesta

de GPI. Como explicación, se ha señalado que las dietas humanas suelen contener ácido linoleico suficiente para alcanzar el umbral a partir del cual se facilita el tumor, según se observa en estudios con animales. En estos últimos, en efecto, se ha comprobado que deben cubrirse ciertas necesidades, por encima de las cuales la grasa de la dieta facilita la carcinogénesis. La dieta debe proporcionar cierta cantidad de ácido linoleico (4-5 % de la ingesta energética total); una vez satisfecha esta necesidad, parece que el efecto facilitador de la grasa dietética adicional no tiene relación con el tipo de grasa. La cantidad de ácido linoleico en el aceite de oliva es insuficiente para alcanzar ese nivel (Carroll y col., 1986).

Dos estudios europeos recientes de casos-controles indican que las GMI pueden tener en realidad un efecto protector frente al cáncer colorrectal, aunque este hallazgo está pendiente de confirmación (Tuyns y cols., 1987). El aceite de oliva, en modelos animales y en la región mediterránea, donde es el principal componente de las grasas de la dieta, parece poseer una acción neutra o protectora sobre el metabolismo hormonal, por lo que no ejerce ningún efecto potenciador de los cánceres endocrinológicos (próstata, mama, ovario) (Weisburger, 1991). Se ha postulado que esta característica podría estar relacionada con los fitoestrógenos presentes en la dieta mediterránea, concretamente en hortalizas, legumbres y aceite de oliva, los cuales ayudarían a reducir la producción endógena de estrógenos (James y col., 1989; Adlercreutz y col., 1987). También los antioxidantes presentes en el aceite de oliva pueden proteger contra la lesión por radicales libres y contra la carcinogénesis.

OSTEOPOROSIS

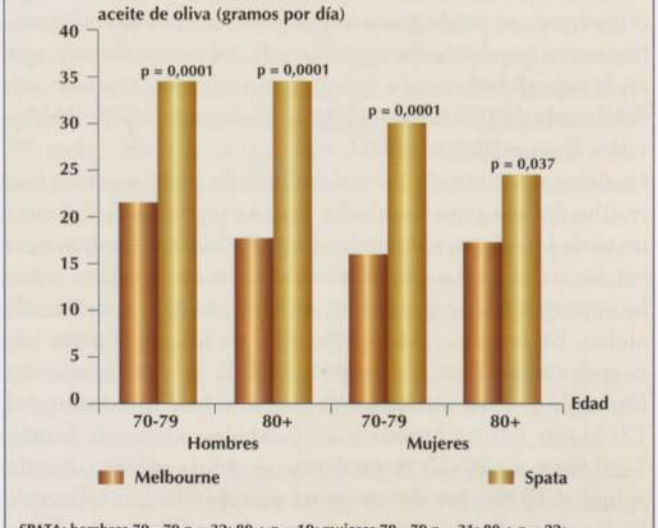
Existen pocos datos sobre el efecto del aceite de oliva en la mineralización ósea. Laval-Jeantet y col. (1980) consiguieron demostrar en un modelo animal que la mejor mineralización ósea se obtenía con una ingesta de GMI suplementada con una cantidad mínima de GPI (como sucede normalmente en el aceite de oliva). Se requiere una investigación más completa sobre los fitoestrógenos presentes en el aceite de oliva, para determinar su posible papel en la prevención de la pérdida ósea mediante el bloqueo de la globulina transportadora de las hormonas sexuales, con la consiguiente disponibilidad de estrógeno libre, que favorece la mineralización ósea.

CONSUMO DE ACEITE DE OLIVA

Según datos de la FAO de 1984, Grecia presenta el más alto consumo por habitante de aceite de oliva (60 g/día), seguida por Italia (30 g/día) y España (25 g/día). No obstante, este consumo ha disminuido a lo largo de los años, habiéndose incrementado el de grasas animales y de otros aceites vegetales. Los mismos datos señalan que desde el decenio de 1960 se ha duplicado el consumo de carne, huevos y azúcar, se ha reducido en un tercio el consumo de cereales y en la mitad el de legumbres y casi se ha duplicado el de frutas y hortalizas (Trichopoulou y col. 1990). Trichopoulou (1991) señala que esta tendencia implica una «nortificación» progresiva de la dieta mediterránea; existen datos que apuntan en esta misma dirección procedentes de las encuestas de presupuestos familiares (Household Budget Surveys) (Trichopoulou, 1989) y de estudios *ad hoc* realizados en varios países mediterráneos (Ferro Luzzi y Sette, 1989).

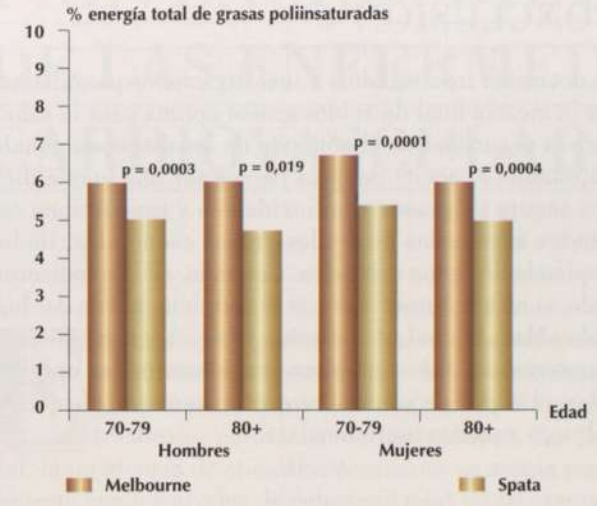
Si se efectúa una comparación con el Estudio de los Siete Países hay datos que señalan que en los últimos veinte años ha descendido en Grecia (Creta y Corfú) la ingesta de aceite de oliva, así como la de pan, otros cereales y legumbres, mientras que ha crecido la de carne, grasas animales, queso y alcohol (Aravanis y Ioannidis, 1984). Este descenso en el consumo de aceite de oliva se refleja en la composición en ácidos grasos de las dietas de los sujetos estudiados en Creta (Kafatos y col., 1991). En 1960, el porcentaje de la energía total procedente de la grasa era de un 40 % –un 8 % de GS, un 29 % de GMI, un 3 % de GPI–, con una razón P+M/S de 4. En 1988, el porcentaje de la ingesta energética total procedente de las grasas había descendido al 36 %, las GS habían aumentado al 10,2 %, las GMI habían descendido al 17 %, las GPI permanecían sin cambios en el 3 % y la razón P+M/S había descendido espectacularmente a 1,96. Estos cambios en la dieta discurren paralelos al incremento observado en 1988 en los niveles séricos de colesterol total, desde 4,7 mmol/l en 1962 hasta 6,4 mmol/l, esto es, un 36 %, en 181 varones cretenses de cuarenta a sesenta años de edad. Estudios anteriores realizados en griegos residentes en Grecia y en Australia

FIGURA 1
CONSUMO DE ACEITE DE OLIVA
Comparativa Spata (Grecia) 1988 y Melbourne (Australia) 1990-1991



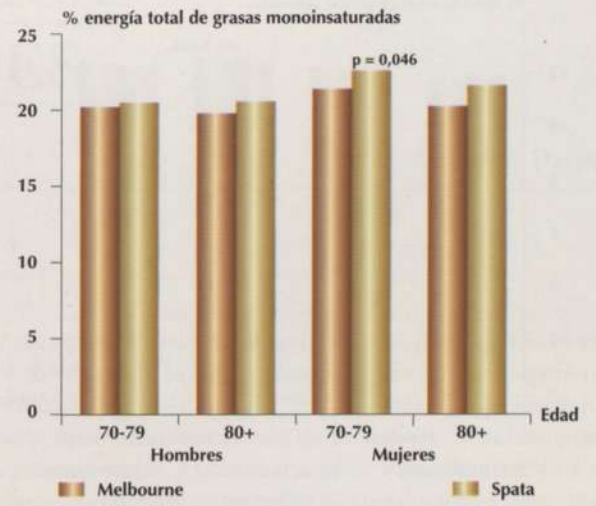
SPATA: hombres 70 - 79 n = 32; 80 + n = 19; mujeres 70 - 79 n = 31; 80 + n = 22;
MELBOURNE: hombres 70 - 79 n = 66; 80 + n = 28; mujeres 70 - 79 n = 59; 80 + n = 36

FIGURA 2
CONSUMO DIARIO DE ENERGÍA DE GRASAS POLIINSATURADAS
Comparativa Spata (Grecia) 1988 y Melbourne (Australia) 1990-1991



SPATA: hombres 70 - 79 n = 32; 80 + n = 19; mujeres 70 - 79 n = 31; 80 + n = 22
MELBOURNE: hombres 70 -79 n = 66; 80 + n = 28; mujeres 70 - 79 n = 59; 80 + n = 36

FIGURA 3
CONSUMO DIARIO DE ENERGÍA DE GRASAS MONOINSATURADAS
Comparativa Spata (Grecia) 1988 y Melbourne (Australia) 1990-1991



SPATA: hombres 70 - 79 n = 32; 80 + n = 19; mujeres 70 - 79 n = 31; 80 + n = 22
MELBOURNE: hombres 70 - 79 n = 66; 80 + n = 28; mujeres 70 - 79 n = 59; 80 + n = 36

(Wahlqvist y Kouris-Blazos, datos no publicados) habían demostrado que el consumo de aceite de oliva desciende con la migración. En 1988 se estudió una muestra de 104 griegos (51 varones y 53 mujeres) de más de setenta años de edad residentes en Spata, Grecia (a 20 km de Atenas), y se comparó con una muestra de 189 sujetos (94 varones y 95 mujeres) griegos de más de setenta años que habían emigrado a Melbourne, Australia. Se halló que el consumo de aceite de oliva era significativamente más bajo ($p < 0,0001$) en el grupo de emigrantes (ingesta media, 18 g/día) que en el de Spata (ingesta media, 30 g/día) (figura 1). Conclusiones análogas se desprenden del Estudio levkadiano sobre salud en la migración (Levkadian Migrant Health Study), en el que se incluyó a un total de 1.041 sujetos de todas las edades, de los cuales 488 vivían en la isla griega de Levkada y 533 en Melbourne (el 60 % de los cuales estaban relacionados con personas de Levkada). Los emigrantes mencionaron un consumo medio familiar de aceite de oliva de 1,3 litros a la semana, frente a los 3,9 litros por familia y semana en Levkada (Powles y col., 1988).

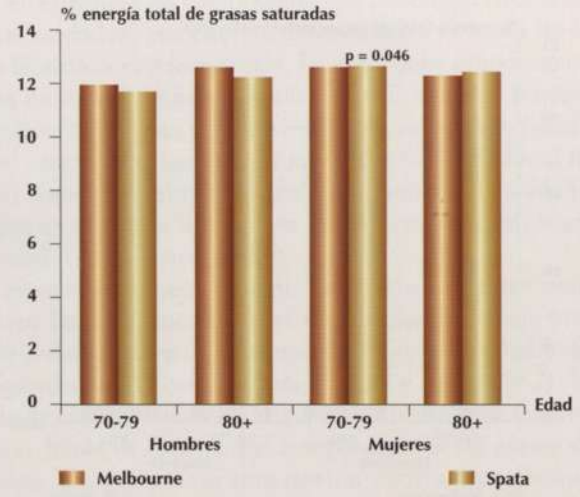
Parece ser que los emigrantes griegos ancianos habían sustituido el aceite de oliva por otros aceites vegetales (ingesta media, 4 g/día) ($p < 0,01$) y margarinas (ingesta media, 3 g/día) ($p < 0,001$) que no se consumían en la muestra de Spata. Esto mismo se reflejaba en el porcentaje de energía procedente de las GPI, que era significativamente más elevado en los ancianos emigrantes (media, 6 %) que en los ancianos de Spata (media, 4 %) ($p < 0,001$) (figura 2). El porcentaje de la ingesta energética era del 42 % para la grasa total, del 12,4 % para las GS y del 20,5 % para las GMI, sin diferencias significativas con los ancianos de Spata (figuras 3 y 4). La razón P+M/S (media, 2,2) era también similar en ambos lugares (figura 5).

El estudio Euronut-Seneca incluyó también una muestra de 60 griegos de setenta y cinco años de edad de la localidad de Markopoulo (situada cerca de Spata) y de 85 griegos de setenta y cinco años de la isla de Creta (investigadores de Euronut-SENECA, 1991). La ingesta de ácidos grasos de estos últimos era similar a la de los ancianos de Spata: el porcentaje de la energía total procedente de las grasas de la ingesta era del 43 %, con un 10 % para GS, un 20 % para GMI, un 4 % para GPI y una razón P+M/S de 2,5.

OPINIONES SOBRE EL ACEITE DE OLIVA

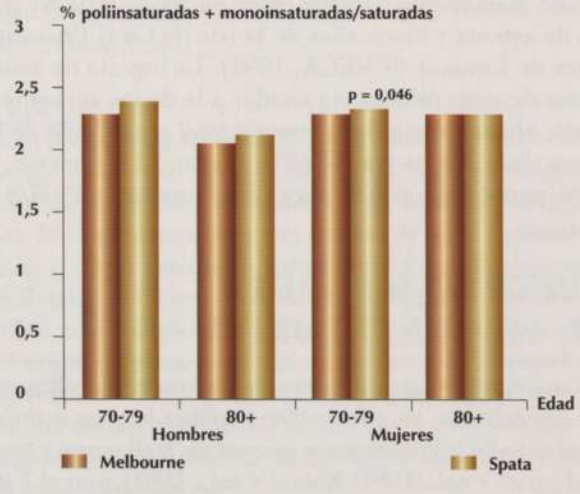
Las opiniones y las actitudes ante determinados alimentos son interesantes, ya que pueden explicar hábitos actuales. En el estudio sobre ancianos griegos de Melbourne y Spata (Wahlqvist y col., 1991; Kouris y col., 1991) y en el Estudio levkadiano sobre salud en la migración (Powles y col., 1988) se intentó obtener información sobre las opiniones alimentarias, incluidas las relativas al aceite de oliva. Más del 70 % de los ancianos de ambos estudios creía que «el aceite de oliva debe tomarse en cantidades liberales, añadido de preferencia a los alimentos una vez cocinados, y es preferible evitar la margarina, la mantequilla y otros aceites porque no son tan sanos como el aceite de oliva». Además el 60 creía que el aceite de oliva no engorda. En el Estudio levkadiano, un 40 % de los habitantes de Levkada y

FIGURA 4
CONSUMO DIARIO DE ENERGÍA DE GRASAS SATURADAS
Comparativa Spata (Grecia) 1988 y Melbourne (Australia) 1990-1991



SPATA: hombres 70 - 79 n = 32; 80 + n = 19; mujeres 70 - 79 n = 31; 80 + n = 22
MELBOURNE: hombres 70 - 79 n = 66; 80 + n = 28; mujeres 70 - 79 n = 59; 80 + n = 36

FIGURA 5
RATIO DE GRASAS POLIINSATURADAS + MONOINSATURADAS/SATURADAS
Comparativa Spata (Grecia) 1988 y Melbourne (Australia) 1990-1991



SPATA: hombres 70 - 79 n = 32; 80 + n = 19; mujeres 70 - 79 n = 31; 80 + n = 22
MELBOURNE: hombres 70 - 79 n = 66; 80 + n = 28; mujeres 70 - 79 n = 59; 80 + n = 36

un 50 % de los emigrantes creían que el aceite no engorda. Al igual que en el estudio ya citado, el 88 % y el 73 %, respectivamente, creían que el aceite de oliva es muy bueno para la salud.

CONCLUSIÓN

Se necesitan más estudios e investigaciones para determinar la mezcla final de ácidos grasos óptima para la salud y para la seguridad en el contexto de las dietas nacionales. Entretanto, el aceite de oliva parece ser una fuente dietética segura de grasas y antioxidantes y proporciona cantidades adecuadas de ácidos grasos esenciales, incluso empleado de forma exclusiva. Con todo, su uso indiscriminado, si no se contrarresta con el ejercicio, puede dar lugar a obesidad, lo cual no es aconsejable. Además, quizá sea necesario tomar de verdad en consideración las opiniones sobre el aceite de oliva si se quiere que sean eficaces las políticas y pautas nutricionales.

UN MÉTODO RACIONAL DE PREVENCIÓN DIETÉTICA DE LAS ENFERMEDADES CARDIOVASCULARES

ANTONIO PAGNAN

Estudios epidemiológicos han demostrado claramente que la concentración de lipoproteínas en el suero permite predecir con certeza el riesgo de trastornos cardíacos ateroscleróticos. En especial, la incidencia de episodios coronarios se asocia positivamente con los niveles de colesterol total y LDL, tanto en comparaciones entre diversas poblaciones como en estudios realizados dentro de una misma población. Por lo que se refiere al papel del colesterol-HDL en el posterior desarrollo de enfermedades cardiovasculares, estudios realizados en una misma población han demostrado de forma constante su efecto protector.

Los niveles de lipoproteínas plasmáticas están influidos por factores exógenos tales como el humo de cigarrillos, la actividad física, el consumo de alcohol y la composición de la dieta. Con relación a esta última, está ampliamente comprobado que un exceso de calorías, de ácidos grasos saturados y de colesterol provoca un aumento sustancial en los niveles de colesterol-LDL. El efecto hipercolesterolemiante de los ácidos grasos saturados está previsto y cuantificado por la ecuación de Keys y Grande. En los últimos años, no obstante, los resultados de importantes estudios dietéticos han definido mejor el papel específico de diferentes ácidos grasos saturados en el metabolismo lipídico. De hecho, actualmente se sabe que no todos los ácidos grasos saturados tienen capacidad para elevar el colesterol. En particular, se ha demostrado que el ácido esteárico no aumenta el colesterol en el plasma, probablemente porque se convierte con rapidez en ácido oleico. Además, existen pruebas de que la sustitución de ácidos grasos saturados por oleato es tan eficaz como el ácido linoleico para reducir el colesterol-LDL.

La importancia de la dieta en el control de los factores de riesgo de alteraciones vasculares ateroscleróticas procede también de recientes e interesantes observaciones, que sugieren que ciertos ácidos grasos de la dieta tienen la propiedad de regular la tensión arterial. Estos datos muestran claramente que la sustitución de los ácidos grasos saturados de la dieta por ácidos grasos poliinsaturados o monoinsaturados produce un efecto hipotensor significativo. Existe una opinión generalizada de que las pautas para el control dietético de la hipercolesterolemia son las siguientes: reducción de las calorías, del colesterol y de los ácidos grasos saturados, y aumento de la ingesta de ácidos grasos monoinsaturados y poliinsaturados. Para alcanzar este objetivo se proponen y comentan cuatro opciones diferentes.

1) American Heart Association. Dieta de fase I. Grasas: 30 % de las calorías totales (ácidos grasos saturados [GS] = 10 %; monoinsaturados [GMI] = 10 %; poliinsaturados [GP] = 10 %); carbohidratos 45 %; proteínas 15 %; colesterol ≤ 250 mg/día.

Esta dieta, denominada también «dieta prudente», ha sido muy aconsejada para la prevención de cardiopatías isquémicas; no obstante, varios investigadores la han considerado inadecuada para lograr un descenso óptimo de los niveles de LDL. Este objetivo se lograría reduciendo más la cantidad de grasa, hasta un 20 % de las calorías totales, según se propone en la dieta de fase III de la American Heart Association.

2) American Heart Association. Dieta de fase III (rica en carbohidratos). Carbohidratos: 65 % de las calorías totales; grasas 20 %; proteínas 15 %; colesterol = 100 mg/día.

Este tipo de dieta puede reducir eficazmente el nivel de colesterol-LDL. Un efecto adverso, no obstante, debido a la elevada ingesta de carbohidratos, podría ser el incremento de los triglicéridos séricos y un descenso paralelo de los niveles plasmáticos de colesterol-HDL, lo que favorecería el riesgo aterogénico. Además, su limitado contenido en grasa hace que esta dieta sea poco apetitosa.

3) Dieta rica en grasas. Dieta rica en ácidos grasos poliinsaturados (GPI). Grasas: 40 % de las calorías totales; GPI 17 %; carbohidratos 45 %; proteínas 15 %; colesterol < 300 mg/día.

Hace unos años, este tipo de dieta fue aconsejado por muchos autores y, como predice la ecuación de Keys y Grande, es capaz de reducir significativamente los niveles de colesterol total y LDL en el plasma. Sin embargo, cuando el contenido en GPI es demasiado alto (17 %) se observa también un descenso del colesterol-HDL y podrían producirse efectos secundarios tales como la inhibición del sis-

tema inmunitario, la propensión a la formación de cálculos biliares y el aumento de la carcinogénesis experimental.

4) Dieta rica en grasas. Dieta rica en ácidos grasos monoinsaturados (GMI). Grasas: 35 % de las calorías totales; GMI 15 %; carbohidratos 50 %; proteínas 15 %; colesterol < 300 mg/día.

Estudios recientes han confirmado que al sustituir los ácidos grasos saturados de la dieta por ácidos grasos monoinsaturados (ácido oleico) la reducción del colesterol-LDL plasmático es igual a la obtenida con los ácidos grasos poliinsaturados, sin modificar ni aumentar los niveles plasmáticos de colesterol-HDL. Además, las dietas enriquecidas en ácido oleico, administrado en forma de aceite de oliva, se consideran las más sanas, habiéndose consumido el aceite de oliva en grandes cantidades desde tiempos remotos. Por último, existen pruebas concretas, clínicas y epidemiológicas, de que el enriquecimiento de la dieta con aceite de oliva podría determinar un descenso de la tensión arterial, lo que contribuiría a mejorar el perfil de riesgo cardiovascular.

Aunque las grasas y los carbohidratos son los principales componentes de la dieta que pueden influir sobre el metabolismo lipídico, existe una interesante línea de investigación que demuestra que la cantidad y calidad de las proteínas pueden influir también en los niveles de lipoproteínas del suero. En efecto, mientras que las proteínas animales parecen ser perjudiciales para el metabolismo lipídico, las proteínas vegetales, como la proteína de la soja, cuando reemplazan en la dieta a las de origen animal, determinan una reducción de las lipoproteínas aterogénicas en el suero en seres humanos y animales hipercolesterolémicos. Otro componente de la dieta que influye favorablemente sobre las lipoproteínas séricas es la fibra vegetal. Su introducción en la dieta en grandes cantidades reduce los niveles séricos de colesterol total y de glucosa, probablemente porque disminuye su absorción intestinal.

Por último, es importante resaltar que las dietas antiaterogénicas, debido a su escaso contenido en grasas animales y productos lácteos, no contienen cantidades suficientes de calcio, lo que favorece la aparición de la osteoporosis. La presencia de cantidades adecuadas de calcio y potasio en la dieta, junto con la limitación de sodio, es aconsejable no sólo para prevenir la osteoporosis, sino también para controlar mejor la hipertensión, que a menudo se asocia con hiperlipidemia.

En conclusión, y de acuerdo con los conocimientos científicos actuales, podemos proponer la dieta rica en GMI como la más apropiada para la prevención de trastornos vasculares ateroscleróticos. El modelo nutricional que mejor se ajusta a la composición química de la misma es la «dieta mediterránea», en la que el aceite de oliva está abundantemente representado.

DIETA Y ENFERMEDADES CARDIOVASCULARES

ALI OTO

En los últimos años se ha debatido mucho la relación entre dieta y salud. Se han hecho numerosas recomendaciones centradas en la composición de la dieta. El principal tema de estos debates han sido las grasas, como fuente del 40 % aproximadamente de la ingesta energética en la dieta occidental típica. La hipótesis dieta-corazón se apoya en los estudios que confirman que las grasas de la dieta pueden causar el desarrollo de aterosclerosis. Por otra parte, la causa principal de cardiopatía coronaria es la aterosclerosis de las arterias coronarias, que sigue representando el primer motivo de muerte en los países industrializados.

La aterosclerosis se desarrolla de forma lenta e insidiosa durante años en personas aparentemente sanas, y tan sólo se manifiesta cuando causa angina de pecho, infarto de miocardio, insuficiencia cardíaca o muerte súbita. Estudios epidemiológicos, clínicos, genéticos y en animales de laboratorio han señalado de forma inequívoca la asociación entre un nivel de colesterol sanguíneo elevado y un mayor riesgo de aterosclerosis coronaria y cardiopatía coronaria. De los más de 30 estudios realizados, los que destacan más evidentemente el nexo entre colesterol y cardiopatía coronaria son el Framingham Heart Study (Estudio cardiológico de Framingham), el Multiple Risk Factor Intervention Trial (Ensayo de intervención sobre múltiples factores de riesgo), el Lipid Research Clinics Coronary Primary Prevention Trial (Ensayo de prevención coronaria primaria e investigación de lípidos) y el Helsinki Heart Study (Estudio cardiológico de Helsinki). Metaanálisis realizados sobre ensayos de reducción del colesterol en pacientes con enfermedad establecida han demostrado una reducción significativa del número de episodios coronarios posteriores y las tasas de mortalidad por cardiopatía coronaria y enfermedad cardiovascular, además de disminuir el límite de la significación de la mortalidad por cualquier causa. Además, estudios de regresión realizados con angiogramas coronarios han puesto de relieve que la aterosclerosis coronaria deja de progresar e incluso vuelve atrás cuando se consigue reducir el colesterol mediante fármacos, dietas o cirugía derivativa ileal. Tanto en ensayos clínicos como en estudios de regresión se ha demostrado que la disminución del colesterol puede ser beneficiosa incluso en pacientes con enfermedad avanzada. La reducción en la frecuencia de episodios coronarios recurrentes debida a la disminución del colesterol es más favorable que otros tratamientos médicos, tales como la administración de aspirina y de betabloqueantes, en la prevención secundaria de episodios posteriores.

El objetivo primario de la intervención es siempre el colesterol-LDL, mientras que el colesterol-HDL y los triglicéridos son objetivos más problemáticos de la terapia. En los estudios de regresión, ésta se asociaba tanto con una disminución de los niveles de colesterol-LDL como con un incremento del colesterol-HDL. Un método aceptable consiste en tratar de reducir los niveles elevados de colesterol-LDL y, al mismo tiempo, aumentar los de colesterol-HDL siempre que sea posible, en particular cuando los niveles de triglicéridos son elevados, en vez de tratar de aumentar los niveles de LDL.

Una amplia serie de evidencias muestra la fuerte relación entre dieta y cardiopatía coronaria, así como la importancia de la dieta para los niveles séricos de colesterol de cualquier persona. Investigaciones retrospectivas sobre cardiopatía coronaria en grandes estudios de población han revelado que, en los países caracterizados por una baja tasa de esta enfermedad, la ingesta de grasas es considerablemente menor que en las regiones con tasas más elevadas. Más aún, se ha descrito repetidamente en estudios epidemiológicos la relación causal entre la ingesta elevada de ácidos grasos saturados, el colesterol y el exceso de calorías causantes de obesidad, por un lado, y la cardiopatía aterosclerótica, por otro. Aparte de esos estudios epidemiológicos, estudios clínicos en procesos metabólicos han demostrado claramente que los ácidos grasos saturados de la dieta elevan los niveles séricos de colesterol total y colesterol-LDL, mientras que cuando se sustituyen esos ácidos por hidratos de carbono, ácidos grasos poliinsaturados o ácidos grasos monoinsaturados se reduce el colesterol sérico en una cantidad previsible.

El Estudio de Siete Países (Seven Country Study) aporta la prueba más sólida de que las dietas con una elevada proporción de ácidos grasos saturados incrementan el riesgo de cardiopatía coronaria. Durante el período de seguimiento de quince años de dicho estudio se observó una diferencia de hasta 32 veces en el número de muertes por cardiopatía coronaria en distintos países de Europa, correspondiendo la menor incidencia a Creta y la mayor a Finlandia. Aunque en ambas poblaciones la ingesta de grasa representaba casi el 40 % de las calorías totales, la piedra angular de la dieta mediterránea típica de Creta era el aceite de oliva, que contiene exclusivamente ácidos grasos monoinsaturados. Otros informes han confirmado tales observaciones. Se ha hallado

que el nivel sérico de colesterol en la cuenca mediterránea es más bajo, paralelamente al consumo exclusivo de aceite de oliva, que en los países occidentales. Por lo demás, es interesante señalar que, en fechas recientes, y debido al cambio en los hábitos dietéticos, al abandono de la cocina típica mediterránea y al menor consumo de aceite de oliva, ha aumentado el nivel sérico de colesterol en los países mediterráneos.

Numerosos informes de la última década indican claramente que el carácter insaturado de los ácidos grasos de la dieta afecta al nivel de colesterol plasmático. En este contexto, se ha demostrado que los ácidos grasos monoinsaturados son tan eficaces como los poliinsaturados para la reducción del colesterol-LDL. Además, con los monoinsaturados, en comparación con los poliinsaturados, no se suelen modificar o incrementar los niveles plasmáticos de colesterol-HDL. Comparando los ácidos grasos monoinsaturados con los hidratos de carbono, para sustituir a los ácidos grasos saturados de la dieta, se ha comprobado que ambos reducen el colesterol y las LDL de forma similar. No obstante, los primeros tienen una ligera ventaja sobre los segundos. La dieta de hidratos de carbono eleva los niveles de triglicéridos y reduce los de colesterol-HDL, mientras que los ácidos grasos monoinsaturados no producen efecto sobre dichos niveles. Por lo tanto, los datos disponibles favorecen a los ácidos grasos monoinsaturados como sustitutivos de los ácidos grasos saturados como una fuente de energía en la dieta diaria. Por otra parte, se ha sugerido también que el aceite de oliva, rico en ácido oleico, reduce la agregación plaquetaria e incrementa la actividad de la enzima L-CAT, reduciendo la hipertensión arterial. Este efecto hipotensor se ha atribuido al aumento en la síntesis de prostaciclina producido por el aceite de oliva. De acuerdo con las recomendaciones de la American Heart Association y del grupo de estudio de la Sociedad Europea de Aterosclerosis, pueden formularse las siguientes recomendaciones para la población general y para los individuos de alto riesgo:

a) Control de la obesidad mediante la reducción de la ingesta energética y mediante el ejercicio.

b) Reducción de la ingesta total de grasas del 40 al 30 %.

c) Reducción de la ingesta de ácidos grasos saturados hasta un 10 % de la energía total de la dieta. Aproximadamente un 10 % de la energía total debe proceder de ácidos grasos poliinsaturados y casi un 10 % de ácidos grasos monoinsaturados.

d) Reducción del colesterol de la dieta a menos de 300 mg/día.

e) Aumento del consumo de hidratos de carbono complejos.

f) Aumento de la ingesta de frutas, hortalizas y cereales con fibra.

ATEROSCLEROSIS: OXIDACIÓN DE LAS GRASAS Y ARTERIOPATÍA CORONARIA

ALI OTO

Los estudios epidemiológicos han revelado cinco factores de riesgo principales de la aterosclerosis y la cardiopatía ateroscleróticа: elevados niveles de colesterol en plasma, consumo de cigarrillos, hipertensión arterial, predisposición genética y edad. En lo que respecta al colesterol sérico, el riesgo se ha relacionado principalmente con las lipoproteínas de baja densidad (LDL), que transportan el 70 % del colesterol plasmático, mientras que las concentraciones plasmáticas de las lipoproteínas de alta densidad (HDL) parecen estar en relación inversa con los fallecimientos por cardiopatía coronaria. La aceptación inequívoca de que un nivel elevado de LDL es un factor de riesgo de arteriopatía coronaria ha mostrado la necesidad de reducir los niveles plasmáticos de LDL.

La patogénesis de la aterosclerosis ha sido ampliamente estudiada y se han ido caracterizando cada vez mejor sus aspectos celulares. Sus claves anatomopatológicas son las líneas de grasa, las placas fibrosas y las placas complejas. Estas lesiones progresan de forma insidiosa, apareciendo los síntomas cuando se desestabiliza la superficie luminal de la placa. Los principales elementos celulares que contribuyen al desarrollo de la placa son monocitos/macrófagos, células endoteliales, células musculares lisas y, en menor grado, linfocitos y plaquetas. Todos ellos presentan complicadas interacciones. Los factores de crecimiento y las citoquinas producidas por estas células tienen gran importancia en las interacciones de célula a célula. Los factores hemodinámicos contribuyen a la aterogénesis en lugares preferenciales del interior del árbol arterial, presumiblemente por acción sobre los mecanismos celulares.

OXIDACIÓN DE LAS GRASAS: MECANISMOS Y ATEROGENICIDAD

En los últimos años han aumentado en gran medida las pruebas de que la modificación oxidativa de las LDL puede desempeñar un papel importante en la aterosclerosis. De hecho, los peróxidos lipídicos formados por peroxidación de ácidos grasos insaturados, detectados por primera vez en aortas humanas ateroscleróticas hace más de treinta años, están en correlación con la intensidad de la enfermedad. Algunos autores han quedado tan convencidos por los datos existentes, epidemiológicos, bioquímicos y de experimentos con animales que han propuesto ensayos de intervención clínica para demostrar la hipótesis de la modificación oxidativa. Así, cualquiera que sea el mecanismo por el que las LDL favorezcan la aterogénesis, el objetivo principal será inhibir aún más el proceso aterogénico impidiendo la oxidación de las LDL.

En general, se considera que el paso inicial del proceso aterogénico es la acumulación de colesterol por los macrófagos dentro de la íntima (formación de células espumosas). Aunque la captación de LDL por las células se realiza a través de un receptor clásico de LDL, es de esperar que este receptor sea regulado a la baja, una vez cubiertas las necesidades celulares de colesterol. Sin embargo, observaciones recientes sugieren que los macrófagos humanos no poseen receptores clásicos de LDL y que en la captación de LDL por su parte deben intervenir otros receptores. En este sentido, se ha planteado la posibilidad de que las LDL se modifiquen bioquímicamente y, una vez modificadas, sean captadas por un mecanismo receptor alternativo, lo que se ha denominado «vía del receptor basurero». Recientemente se han publicado muchos y bien elaborados estudios en apoyo de este concepto.

En todo caso, todavía no se sabe cómo se inicia la oxidación de las LDL. Las células espumosas de la aterosclerosis, que son macrófagas, producen radicales oxígeno en su tarea de destrucción de los microorganismos. Este mismo proceso puede explicar la oxidación de lípidos o lipoproteínas en la aterosclerosis. Se ha señalado, por tanto, que estos radicales libres son los mediadores responsables de la modulación de las LDL. La peroxidación lipídica puede comenzar con la separación de un átomo de hidrógeno, mediada por un radical libre, de un grupo de ácidos grasos poliinsaturados de las LDL, seguida por la formación de un radical peróxido con oxígeno molecular. En ausencia de antioxidante, el radical peróxido separará otro átomo de hidrógeno de otro ácido graso poliinsaturado para formar un hidroperóxido de ácido graso y otro radical centrado en el carbono del ácido graso, dando lugar por último a una reacción en cadena incontrolada. Además, esta reacción puede acelerarse debido a que los propios productos hidroperóxidos son fuentes potenciales de más radicales. Por otra parte, las LDL llevan en su interior diversos antioxidantes naturales (vitamina

E, betacaroteno, licopeno, ubiquinol, etc.) que pueden atrapar radicales libres y evitar el comienzo de la reacción en cadena o limitar su alcance. Por lo tanto, una posible forma de dificultar y quizá evitar las consecuencias indeseables de la oxidación de las LDL sería incrementar el contenido antioxidante de éstas.

El interés inicial por las LDL oxidadas se centró en la capacidad de éstas para promover la acumulación de colesterol en los macrófagos. Sin embargo, la modificación oxidativa de las LDL se acompaña de una serie de cambios estructurales y de composición, tales como un incremento de su movilidad electroforética, una mayor densidad, la fragmentación de la apolipoproteína B, la hidrólisis de la fosfatidilcolina, la derivación de los grupos aminolisina y la generación de añadidos fluorescentes debidos al enlace covalente de los productos de oxidación lipídica con la apo B. Recientemente se ha aclarado que las LDL oxidadas son potencialmente más aterogénicas que las LDL nativas en diversos sentidos. La oxidación de las LDL da lugar a cambios significativos en sus propiedades biológicas, que podrían tener importancia patogenética. Las LDL oxidadas son capturadas rápidamente por los macrófagos y ocasionan acumulación de colesterol (formación de células espumosas); además son quimiotácticas para los monocitos, pero inhiben la motilidad de los macrófagos. Los productos de las LDL son citotóxicos; esta característica puede determinar la lesión endotelial y los episodios trombóticos. Pueden provocar vasospasmo al inhibir la liberación de factor relajante por el endotelio. Por otra parte, se ha demostrado que las LDL mínimamente oxidadas pueden alterar la expresión genética en las células arteriales e inducir a las células endoteliales a la expresión de factores estimulantes de colonias y de proteína 1 quimiotáctica de los monocitos que puede promover la diferenciación de los macrófagos. Todas estas características revelan que la oxidación de las LDL es un proceso complejo y que, muy probablemente, el grado de oxidación defina los efectos de las LDL moduladas, creando un amplio espectro de resultados finales favorecedores de la aterogenicidad.

PREVENCIÓN DE LA ATEROSCLEROSIS: POSIBLE PAPEL DE LOS ANTIOXIDANTES

De las explicaciones precedentes se desprende que las intervenciones que inhiban la oxidación de las LDL impedirán también el proceso aterogénico. Sin embargo, existen todavía numerosas incógnitas en relación con los antioxidantes. En teoría, pueden administrarse algunos de éstos, como la vitamina E, el betacaroteno o el ubiquinol-10 o ácido ascórbico (como antioxidante de fase acuosa). También la inhibición de las células para modificar oxidativamente las LDL puede obtener el mismo resultado. Aunque no se han publicado estudios a gran escala, controlados y doble ciego, para establecer el valor de los suplementos de antioxidantes, los datos de los estudios epidemiológicos son prometedores.

Asimismo, existen pruebas, procedentes de estudios nutricionales y bioquímicos, indicativas de que la dieta puede modular la sensibilidad de las LDL plasmáticas a la modificación oxidativa, al afectar a la concentración de ácidos grasos poliinsaturados y antioxidantes en la partícula lipoproteica. En este sentido, se ha demostrado que las dietas enriquecidas con ácido oleico, comparadas con las dietas enriquecidas con ácidos grasos poliinsaturados, producen LDL muy ricas en ácido oleico y acusadamente resistentes a la oxidación, lo que podría ofrecer una protección adicional frente a la aterosclerosis. Los antioxidantes, vitamina E y betacaroteno, que se encuentran en el aceite de oliva, podrían desempeñar también un papel importante en este proceso.

En conclusión, aunque todavía existen importantes lagunas en el conocimiento de la hipótesis de la modificación oxidativa en la aterosclerosis y de los efectos preventivos de los antioxidantes, las pruebas experimentales en animales y los datos epidemiológicos hacen que cada vez esté más justificada la realización de estudios encaminados a definir los regímenes óptimos para la protección antioxidante de las LDL en los seres humanos. La demostración del papel exacto que la dieta enriquecida en ácido oleico desempeña en esta protección tendrá implicaciones particulares.

ATEROSCLEROSIS: OXIDACIÓN DE ÁCIDOS GRASOS Y ARTERIOPATÍA CORONARIA

ANDREA BONANOME

Los niveles plasmáticos elevados de colesterol-LDL constituyen uno de los principales factores de riesgo de aterosclerosis. En los últimos años se ha demostrado que los cambios cualitativos de las LDL y, más específicamente, la modificación oxidativa favorecen las propiedades aterogénicas de estas lipoproteínas.

Se cree que la oxidación de las LDL tiene lugar en el interior de la pared arterial, una vez que las moléculas de lipoproteína atraviesan la barrera endotelial. En los espacios subendoteliales sobreviene la peroxidación lipídica de las LDL por acción de las células endoteliales, los macrófagos y las células musculares lisas. Se ha demostrado que la LDL oxidada es citotóxica in vitro, y posiblemente pueda inducir lesiones funcionales o incluso estructurales en el endotelio; se ha demostrado asimismo que la lesión endotelial es la precursora de lesiones ateroscleróticas bien definidas. Además, la LDL oxidada ejerce un estímulo quimiotáctico respecto de los monocitos, que a su vez emigran hacia los espacios subendoteliales, donde se convierten en macrófagos que captan con avidez la LDL a través del receptor acetil-LDL y se transforman en células espumosas, típicas de las lesiones ateroscleróticas. Datos experimentales en modelos animales han reforzado la teoría de que la peroxidación lipídica de las lipoproteínas desempeña un papel importante en la aterogénesis. Por ejemplo, se ha demostrado que la progresión de las lesiones ateroscleróticas en conejos se contrarresta con la administración de antioxidantes como el probucol.

El primer objetivo de la peroxidación son los ácidos grasos poliinsaturados de la LDL. Este proceso puede ser inhibido por los antioxidantes presentes habitualmente en la molécula de LDL, como la vitamina E. Así, la reducción del contenido en antioxidantes de la LDL y/o el incremento en la concentración de ácidos grasos poliinsaturados en la molécula favorecerían la tendencia de las partículas de LDL a sufrir modificación oxidativa.

Diversos estudios han señalado que el suplemento de la dieta con antioxidantes reduce la propensión de la LDL a la oxidación. Asimismo, datos epidemiológicos sugieren que, sin lugar a dudas, la incidencia de cardiopatía coronaria está en correlación inversa con la ingesta dietética media de antioxidantes y con sus niveles plasmáticos. En consecuencia, un primer método para reducir la posibilidad de que la LDL sufra modificación oxidativa consistiría en aumentar la ingesta de antioxidantes tales como las vitaminas E o C. Todavía es preciso valorar si esto daría lugar a una reducción de los trastornos cardiovasculares.

DIETA Y ARTERIOPATÍA PERIFÉRICA OCLUSIVA

EL PAPEL DE LOS ÁCIDOS GRASOS POLIINSATURADOS, MONOINSATURADOS Y SATURADOS

KLEA KATSOUYANNI
YANNIS SKALKIDIS
ELENI PETRIDOU
ANTONIA POLYCHRONOPOULOU-TRICHOPOULOU
WALTER WILLETT
DIMITRIOS TRICHOPOULOS

La aterosclerosis es una entidad nosológica difusa[1]. Los pacientes con cardiopatía coronaria son cinco veces más propensos a presentar una arteriopatía periférica oclusiva franca y, a la inversa, los pacientes con arteriopatía periférica oclusiva son cuatro veces más propensos a presentar una cardiopatía coronaria[2-4].

Existen pruebas abrumadoras de que el colesterol sérico y, en particular, el colesterol transportado por lipoproteínas de baja densidad y de muy baja densidad son importantes factores de riesgo de cardiopatía coronaria[5]; asimismo existe un gran número de publicaciones concernientes a la relación entre dieta y lípidos séricos[6]. En contraposición, existen pocos estudios sobre la relación entre dieta y cardiopatía coronaria[7-10], y los resultados continúan siendo poco concluyentes[11-13]. Además, no tenemos conocimiento de estudios relativos a la asociación entre patrones dietéticos y arteriopatía periférica oclusiva, a pesar de que la aterogénesis puede ser más evidente en las arterias periféricas que en las coronarias[4]. Presentamos los resultados de un estudio sobre la asociación entre dieta y arteriopatía periférica oclusiva en Grecia. Se prestó atención especial al posible papel del aceite de oliva como factor dietético capaz de limitar la aparición de aterosclerosis. El aceite de oliva es un componente importante de la dieta mediterránea y se sabe que en los países mediterráneos la incidencia y la mortalidad por cardiopatía coronaria son bajas[14,15].

Este artículo se centra en el análisis de los datos nutricionales proporcionados por una serie de cien pacientes con arteriopatía periférica oclusiva y cien controles hospitalarios. Se han publicado ya los datos relativos a los factores de riesgo no nutricionales y a los parámetros descriptivos[16]. Brevemente, los casos fueron pacientes con diagnóstico principal de arteriopatía periférica oclusiva ingresados de forma consecutiva durante un período de dieciocho meses en uno de los cinco hospitales generales docentes de Atenas y que es además uno de los veinte hospitales principales de la Gran Atenas. El hospital está situado en la parte norte de la ciudad, pero su zona de influencia no es fácil de definir, ya que los patrones de remisión de enfermos dependen mucho de las decisiones de los administradores de varias fundaciones sanitarias, así como de las decisiones de los médicos y de las preferencias de los pacientes. Los pacientes con arteriopatía periférica oclusiva debían presentar hallazgos anormales específicos en el examen de flujo mediante ecografía Doppler y en la arteriografía aórtica o femoral; los controles eran pacientes elegidos de forma aleatoria entre los ingresados en el mismo hospital, durante el mismo período que los casos, por catorce procesos diferentes que requerían cirugía menor, siendo los más frecuentes hernias (25 pacientes), fracturas o traumatismos (17 pacientes), cataratas (14 pacientes), apendicitis (8 pacientes) y venas varicosas (7 pacientes), seguidos por bocio simple (5 pacientes), abscesos externos (4 pacientes), otros procesos cutáneos (5 pacientes), diversos procesos otorrinolaringológicos (7 pacientes) y otros (8 pacientes). Los casos y los controles no eran comparables en cuanto a la edad, pero sí a menudo en cuanto al sexo. Se excluyeron aquellos controles que presentaban antecedentes, signos o síntomas clínicos de arteriopatía periférica oclusiva. Todas las entrevistas las efectuó uno de los autores (Y. S.) y se realizaron directamente con los pacientes antes de la primera alta. En ellas se registraron datos relativos a variables demográficas, socioeconómicas y médicas y se obtuvieron historiales sobre dietas. Se pidió a cada paciente que indicara la frecuencia media de consumo, durante un período de un año anterior a la aparición de su enfermedad actual, de ciento diez categorías de alimentos o bebidas, de acuerdo con niveles precodificados de ingesta por mes, por semana o por día. Por último, se cuantificó de forma aproximada la frecuencia de consumo de diferentes alimentos, de acuerdo con el número de veces por mes que se consumía cada uno de ellos, según el sistema utilizado por Graham y col.[17], Dales y col.[18] y Trichopoulos y col.[19]. Así, se asignó un valor de 30 a los alimentos consumidos casi a diario, un valor de 4 a los consumidos aproximadamente una vez a la semana, un valor de 2 a los consumidos al menos una vez

al mes pero no todas las semanas y un valor 0 a los alimentos que se consumían raramente o nunca.

Las ingestas de nutrientes para cada individuo se calcularon multiplicando el contenido en nutrientes de una porción típica seleccionada de cada alimento concreto por la frecuencia con que éste se consumía al mes y sumando los resultados obtenidos para todos los alimentos. Los datos sobre composición de éstos se basaban principalmente en valores obtenidos de la base de datos sobre nutrientes de la Universidad de Massachusetts. Los valores de las comidas griegas especiales se calcularon a partir de recetas típicas[20]. Específicamente, se calcularon las ingestas de los siguientes nutrientes: proteínas (g), grasas totales (g), grasas saturadas (g), grasas monoinsaturadas (g), grasas poliinsaturadas (g), colesterol (mg), hidratos de carbono (g), sacarosa (g), fibra cruda (g), vitamina C (mg) e ingesta energética total (kcal).

Con el fin de investigar la asociación entre las ingestas calculadas de nutrientes y la arteriopatía periférica oclusiva, se llevó a cabo un análisis preliminar basado en la comparación de la distribución de frecuencias de los casos y de los controles según los niveles de los distintos nutrientes. Se utilizaron tres niveles, tomando como puntos de corte los terciles de la distribución del conjunto de los sujetos (casos y controles) para cada nutriente. No obstante, y dado que la mayor parte de los nutrientes tienen una correlación positiva con la energía total, se utilizaron dos métodos para regular el posible efecto desorientador de la ingesta de energía. En primer lugar se calcularon las ingestas de nutrientes en calorías utilizando modelos de regresión lineal simple con un nutriente específico como variable dependiente y la ingesta calórica como variable independiente. A continuación se calcularon los residuales[21]. Estas ingestas de nutrientes ajustadas en cuanto a las calorías fueron utilizadas después de forma alternativa o simultánea como variables independientes, junto con la ingesta energética total, en modelos de regresión logística múltiple. Este procedimiento se empleó para evaluar la asociación nutriente-enfermedad, controlando la ingesta energética total. A partir de los modelos logísticos se calcularon los odds ratios. En segundo lugar, en el mismo modelo de regresión se utilizó la densidad de un macronutriente concreto, expresada como porcentaje de la ingesta energética total, así como la ingesta energética total. Este modelo, conocido como «modelo multivariante de densidad de nutriente»[22], permite valorar el efecto de la composición de la dieta (es decir el efecto que puede tener sobre la salud el hecho de que las calorías procedentes de las grasas sean un 40 % y no un 30 %) y es directamente interpretable para recomendaciones dietéticas.

CUADRO 1
CARACTERÍSTICAS DE 100 PACIENTES CON ARTERIOPATÍA PERIFÉRICA OCLUSIVA Y DE 100 PACIENTES CONTROL: ATENAS, GRECIA, 1988

	Factores de riesgo							
	Edad (n)				Sexo (n)			
	≤49 años	50-59 años	60-69 años	≥70 años	Varón	Mujer	Escolarización (años)	Peso (kg)
Arteriopatía periférica oclusiva	3	18	32	47	88	12	7±0.04*	74±0.12
Controles	5	31	31	33	87	13	6±0.04	71±0.11

	Factores de riesgo							
	Tabaco (n)			Bebidas alcohólicas			Café (n)	
	No fumadores	Antiguos fumadores	Fumadores actuales	No bebedores	Bebedores de 1-9 vasos/ semana	Bebedores de ≥ 10 vasos/ semana	No bebedores y bebedores ocasionales	Bebedores regulares
Arteriopatía periférica oclusiva	13	21	66	15	9	76	15	85
Controles	45	19	36	30	17	53	58	42

* Media ± error estándar.

Fuente: Y. Skalkidis y cols. (Int J Epidemiol 1989; 18:614-18).

CUADRO 2
DISTRIBUCIONES DE FRECUENCIAS POR TERCILES MARGINALES Y VALORES MEDIOS DE CONSUMO DIARIO DE TODOS LOS NUTRIENTES ESTUDIADOS, PARA 99 CASOS DE ARTERIOPATÍA PERIFÉRICA OCLUSIVA Y 98 PACIENTES CONTROL*: ATENAS, GRECIA, 1988

		Terciles				
Variable	Sujetos	1 (bajo)	2	3 (alto)	x** (valor de p)	Media ± desviación estándar
Energía	Casos	29	35	35		2,100.9±427.5
	Controles	37	30	31	1.042 (0.30)	2,019.1±187.4
Grasas totales	Casos	29	31	39		109.4±24.8
	Controles	36	29	33	1.106 (0.27)	104.3±23.2
Grasas saturadas	Casos	29	31	39		45.1±11.5
	Controles	37	33	28	1.643 (0.10)	40.9±10.8
Grasas monoinsaturadas	Casos	28	33	38		39.2±8.9
	Controles	38	32	28	1.736 (0.08)	37.3±7.4
Grasas poliinsaturadas	Casos	30	43	26		12.5±4.7
	Controles	35	21	42	-0.953 (0.34)	13.7±4.9
Hidratos de carbono totales	Casos	34	35	30		173.4±43.8
	Controles	32	30	36	-0.695 (0.48)	178.6±40.7
Sacarosa	Casos	34	30	35		35.5±19.8
	Controles	31	36	31	0.087 (0.93)	32.7±14.2
Fibra cruda	Casos	37	36	26		7.3±2.1
	Controles	28	30	40	-2.005 (0.05)	8.3±2.3
Proteínas	Casos	21	35	43		113.6±22.1
	Controles	44	31	23	3.747 ($<10^{-3}$)	102.0±18.1
Colesterol	Casos	17	34	48		634.8±161.5
	Controles	48	32	18	5.316 ($<10^{-8}$)	501.0±121.5
Vitamina C	Casos	40	34	25		123.6±43.4
	Controles	26	30	42	-2.682 (0.007)	137.6±42.7

* Faltan los valores de un caso y de dos controles
** x para tendencia lineal y el correspondiente valor de p de doble cola

En todos los análisis multivariantes se utilizó un modelo básico para controlar la edad, el sexo, los años de escolarización, el tabaquismo, el consumo regular de alcohol y de café y el índice de Quetelet (peso [kg]/altura [m^2]), ya que estas variables tienen relación con el riesgo de arteriopatía periférica oclusiva y pueden estar relacionadas también de forma independiente con los patrones dietéticos. Por el contrario, en el análisis no se contemplaron algunos factores que son indicativos de riesgo de arteriopatía periférica oclusiva (P. ej., hipertensión, diabetes y, en teoría, hipercolesterolemia), ya que puede considerarse que representan pasos intermedios en el nexo causal, si existe, entre dieta y arteriopatía periférica oclusiva[23].

En el cuadro 1 se muestran las características univariantes de cien pacientes con arteriopatía periférica oclusiva y de cien pacientes control. Existen diferencias claras en algunas de estas variables, todas ellas incluidas en el modelo básico en todos los análisis posteriores (a menos que se indique lo contrario).

En el cuadro 2 se describen las distribuciones de frecuencias univariantes de los casos y de los controles por terciles marginales de todos los nutrientes estudiados, así como la media ± desviación estándar de todas las determinaciones de nutrientes para los casos y los controles. Dadas las interrelaciones entre los diversos nutrientes, los datos no son interpretables directamente. No obstante, es evidente que la ingesta energética total no es un factor de riesgo principal, que las grasas poliinsaturadas y las saturadas tienen probablemente efectos opuestos, que la fibra cruda y la vitamina C pueden tener una relación negativa con el riesgo de arteriopatía periférica oclusiva, y que la ingesta de proteínas y el colesterol son probablemente fuertes factores de riesgo de esta enfermedad. En el cuadro 3 se presentan los odds ratios de la arteriopatía periférica oclusiva contrastando el centil 75 con el centil 25 de la distribución de residuales de nutrientes concretos, controlando la ingesta calórica total y otras variables del modelo básico. Para una ingesta energética total dada, las grasas satura-

CUADRO 3
ODDS RATIOS (OR) DE LA ARTERIOPATÍA PERIFÉRICA OCLUSIVA, AJUSTADOS PARA LA ENERGÍA Y PARA DIVERSOS FACTORES DE RIESGO NO NUTRIENTES,* CONTRASTANDO EL CENTIL 75 CON EL CENTIL 25 DE LA DISTRIBUCIÓN DE LOS RESIDUALES DE NUTRIENTES ESPECÍFICOS: ATENAS, GRECIA, 1988

Variable	OR (centil 75 frente a centil 25)
Grasas totales	1.23 (0.71-2.14)**
Grasas saturadas	1.96 (1.14-3.39)
Grasas monoinsaturadas	1.14 (0.68-1.91)
Grasas poliinsaturadas	0.48 (0.24-0.93)
Hidratos de carbono totales	0.44 (0.23-0.82)
Sacarosa	1.04 (0.61-1.78)
Fibra cruda	0.33 (0.17-0.64)
Proteínas	2.86 (1.47-5.55)
Colesterol	6.07 (2.74-13.46)
Vitamina C	0.34 (o.18-0.64)

* Sexo, edad (cuatro grupos de 10 años), años de escolarización (continuo), tabaquismo (cuatro categorías: no fumadores, antiguos fumadores, fumadores actuales de hasta 1 paquete diario; fumadores actuales de más de 1 paquete diario), consumo de alcohol (tres categorías: no bebedores, bebedores de uno a nueve vasos por semana, bebedores de 10 o más vasos por semana), consumo de café (no bebedores y bebedores ocasionales, bebedores regulares), e índice de Quetelet (continuo).

** Números entre paréntesis, intervalo de confianza del 95 %.

das poseen un efecto perjudicial y las grasas poliinsaturadas un efecto protector, mientras que las grasas monoinsaturadas parecen neutrales en cuanto al riesgo de arteriopatía periférica oclusiva. Aunque los datos del cuadro 2 referentes a las grasas poliinsaturadas indicaban la posibilidad de una relación no lineal, el término cuadrático (grasas poliinsaturadas a la segunda potencia) estaba lejos de ser significativo (p = 0,39), lo que indica que la aparente no linealidad era fácilmente compatible con el azar. La ingesta total de hidratos de carbono parece protectora, probablemente porque éstos sustituyen a las grasas saturadas y posiblemente por el efecto protector de la fibra cruda. La ingesta de proteínas y el colesterol son fuertes factores de riesgo de arteriopatía periférica oclusiva, en parte posiblemente por la mezcla con las grasas saturadas. Las variables indicadas en el cuadro 3 fueron introducidas de forma alternativa en el modelo básico, que también incluía la ingesta energética total; cuando se introdujeron de forma simultánea en este modelo las grasas saturadas y el colesterol, sus coeficientes de regresión se redujeron ligeramente, pero siguieron siendo significativamente diferentes del valor nulo. La adición de términos para la diabetes (entrada como variable 0, 1, y variable separada para la glucemia en ayunas en los diabéticos) no alteró de forma apreciable los coeficientes correspondientes a las grasas saturadas, monoinsaturadas y poliinsaturadas. La vitamina C y la fibra cruda también tenían una relación inversa con el riesgo de arteriopatía periférica oclusiva. Cuando se introdujeron estos dos nutrientes de forma simultánea en un modelo que incluía grasas saturadas y poliinsaturadas junto con las variables básicas, sus coeficientes de regresión se aproximaron ligeramente al valor nulo, pero siguieron siendo significativamente diferentes del mismo.

CUADRO 4
ODDS RATIOS (OR) E INTERVALOS DE CONFIANZA (IC) DEL 95 % DE LA ARTERIOPATÍA PERIFÉRICA OCLUSIVA ASOCIADOS CON UN INCREMENTO DEL 1 % EN LA DENSIDAD ENERGÉTICA DE LAS GRASAS SATURADAS, MONOINSATURADAS Y POLIINSATURADAS (expresado como porcentaje de la energía total)*: ATENAS, GRECIA, 1988

Variable	OR	IC 95 %
Grasas saturadas	1.23	1.03-1.46
Grasas monoinsaturadas	1.05	0.86-1.27
Grasas poliinsaturadas	0.73	0.56-0.96

* Ajustados para la ingesta de energía y para las variables sexo, edad, años de escolarización, tabaquismo, consumo de alcohol y de café e índice de Quetelet.

En el cuadro 4 aparecen los odds ratios de la arteriopatía periférica oclusiva asociados con un incremento del 1 % en la densidad energética de las grasas saturadas, monoinsaturadas y poliinsaturadas (expresado como porcentaje de la energía total), ajustados para la ingesta energética total y para los factores del modelo básico. Los resultados son cualitativamente similares a los obtenidos al aplicar el método de los residuales (cuadro 3). Indican, de nuevo, que las grasas saturadas poseen un efecto perjudicial sobre la arteriopatía periférica oclusiva y que las grasas poliinsaturadas poseen un efecto protector, mientras que las grasas monoinsaturadas parecen ser neutrales con respecto al riesgo de esta enfermedad. Los términos de interacción entre la densidad de un nutriente en particular y el nutriente correspondiente estaban lejos de ser significativos

CUADRO 5
ODDS RATIOS (OR) DERIVADOS DE LA REGRESIÓN LOGÍSTICA MÚLTIPLE EN LA ARTERIOPATÍA PERIFÉRICA OCLUSIVA E INTERVALOS DE CONFIANZA (IC) DEL 95 % ASOCIADOS CON UN INCREMENTO DIARIO DE 100 KCAL EN LA INGESTA DE LOS PRINCIPALES NUTRIENTES GENERADORES DE ENERGÍA*: ATENAS, GRECIA, 1988

Nutriente	OR	IC 95%	valor de p (doble cola)
Grasas saturadas	1.37	0.60-3.17	o.46
Grasas monoinsaturadas	1.06	0.36-3.18	0.92
Grasas poliinsaturadas	0.22	0.05-0.90	0.04
Hidratos de carbono totales	0.63	0.43-0.92	0.02
Proteínas	3.70	1.30-10.51	0.01

*Todos los odds ratios están ajustados mutuamente y para las variables básicas sexo, edad, años de escolarización, tabaquismo, consumo de alcohol y de café e índice de Quetelet.

(p = 0,34 para las grasas saturadas, 0,22 para las grasas monoinsaturadas y 0,75 para las grasas poliinsaturadas), mientras que los términos de interacción entre la densidad de un nutriente en particular y la ingesta de energía eran los correspondientes a los propios nutrientes.

En el cuadro 5 se muestran los odds ratios derivados de la regresión logística múltiple para la arteriopatía periférica oclusiva asociados con un incremento de 100 kcal de los principales nutrientes generadores de energía. Estos odds ratios calculados se ajustan tanto mutuamente como para las variables básicas antes indicadas (aparecen también en la nota del cuadro 3). Obsérvese que en este modelo no se introduce la energía total como variable independiente, para evitar el exceso de parámetros; en cualquier caso, la energía total no es un factor de riesgo significativo o importante en los presentes datos.

El control de la mezcla entre los principales nutrientes generadores de energía tiene poco efecto sobre los odds ratios calculados. Así, la ingesta de hidratos de carbono totales y de grasas poliinsaturadas sigue siendo protectora, la ingesta de proteínas sigue siendo perjudicial y la ingesta de grasas monoinsaturadas sigue siendo neutral con respecto al riesgo de arteriopatía periférica oclusiva; tan solo la ingesta de grasas saturadas se hace estadísticamente no significativa, aunque sigue siendo un factor de riesgo positivo de la enfermedad. En este modelo, el coeficiente de regresión permite comparaciones descriptivas mutuas. Sin embargo, los cálculos de intervalos de las diferencias entre dos coeficientes de regresión y las pruebas estadísticas asociadas no son posibles sin el empleo de procedimientos más elaborados. En éste y en otros modelos que incluían variables dietéticas, el consumo de cigarrillos y de alcohol siguieron siendo productores significativos de arteriopatía periférica oclusiva, lo que indica que sus efectos no eran debidos a diferencias en la dieta entre los fumadores y los bebedores de alcohol.

Este estudio presenta tres puntos débiles[16]: los pacientes con arteriopatía periférica oclusiva no eran ni podían ser casos «incidentes» claramente definibles; el estudio de casos-controles no era de población en el sentido tradicional, y, por razones prácticas, no se dispuso de los valores de colesterol en los pacientes control. No obstante, la mortalidad a corto plazo de la arteriopatía periférica oclusiva es baja en comparación con la mortalidad a corto plazo de la cardiopatía coronaria, donde la muerte súbita puede introducir un sesgo potencialmente importante en la selección de los estudios de casos-controles; en el análisis se tuvieron en cuenta factores de selección, conocidos o sospechados, para la hospitalización (esto es, la edad, el sexo, la situación socioeconómica reflejada por los años de escolarización, el consumo de cigarrillos y de alcohol); en cuanto al colesterol, aunque hubiera sido posible, no se habría controlado en el análisis, ya que representa una probable vía en el nexo causal entre dieta y arteriopatía periférica oclusiva. En cualquier caso, en un estudio de este tipo no se puede eliminar por completo la posibilidad de selección o de sesgo en la eliminación; de ahí que las relaciones que hallamos deban ser examinadas en otras poblaciones. En el aspecto positivo, el estudio se llevó a cabo con un cuestionario de frecuencia alimentaria que se ha utilizado en numerosos estudios, y el análisis se realizó teniendo en cuenta los nuevos avances metodológicos[19, 21, 23].

Los resultados del presente estudio apoyan la hipótesis de que una dieta rica en ácidos grasos saturados, en colesterol y en proteínas incrementa el riesgo de enfermedad aterosclerótica, mientras que una dieta rica en ácidos grasos poliinsaturados y en fibra dietética lo reduce; de hecho, las asociaciones son compatibles con las previstas de acuerdo con las ecuaciones de Keys[14]. Los ácidos grasos monoinsaturados en una dieta isocalórica no afectan sustancialmente al riesgo de arteriopatía periférica oclusiva, pero, si sustituyen a los ácidos grasos saturados, deben tener un efecto beneficioso al eliminar los efectos perjudiciales de éstos.

Es difícil establecer si las proteínas, el colesterol de la dieta y las grasas saturadas poseen efectos independientes o convergentes, o incluso si la mezcla de los residuales es, en parte, responsable de una o más de las relaciones señaladas en este estudio. Debe indicarse, no obstante, que el colesterol de la dieta se ha mostrado aterogénico en los seres humanos, incluso cuando el colesterol sérico total se mantiene relativamente constante en el análisis[24].

Se ha visto que el efecto protector aparente de la vitamina C era independiente de su correlación con la fibra de la dieta. Se postula que la vitamina C y otros antioxidantes protegen de las lesiones al endotelio arterial[25] e inhiben la incorporación de colesterol en los macrófagos de la íntima arterial[26]. Las concentraciones sanguíneas de vitamina C tenían una relación inversa con el grado de oclusión arterial coronaria en los pacientes evaluados mediante angiografía[27].

El aceite de oliva se define como el aceite obtenido del fruto del olivo (*Olea europaea Sativa*), con exclusión de los obtenidos por disolventes o por procedimientos de reesterificación y de toda mezcla con aceites de otra naturaleza[28]. De acuerdo con la Norma internacional recomendada para el aceite de oliva, virgen y refinado, la composición en ácidos grasos (porcentaje [mol/mol] de metil ésteres) se define como sigue: ácido oleico (56,0-83,0), ácido palmítico (7,5-20,0), ácido linoleico (3,5-20,0), ácido esteárico (0,5-3,5), ácido palmitoleico (0,3-3,5), ácido linolénico (0,0-1,5), ácido mirístico (0,0-0,05) y otros ácidos grasos en cantidades mínimas.

El aceite de oliva representa un componente importante de la dieta griega[20] y, más en general, de la dieta mediterránea. Los resultados del presente estudio indican que el aceite de oliva, la principal fuente de grasas monoinsaturadas, ocupa una posición intermedia entre las grasas poliinsaturadas y las saturadas en relación con la aterosclerosis periférica. No obstante, en la medida en que el

aceite de oliva sustituya a las grasas saturadas en la alimentación, una dieta rica en aceite de oliva deberá ser más sana que una dieta rica en grasas saturadas. En este contexto, sería mejor una dieta rica en grasas poliinsaturadas, aunque existen cada vez más dudas de que la ingesta habitual de grandes cantidades de grasas poliinsaturadas sea sana, ya que favorece la carcinogénesis en los animales de experimentación y puede tener otros efectos indeseables sobre la salud[29]. En contraposición, la dieta mediterránea y, en particular, la dieta griega tradicional son muy antiguas y se han asociado con algunos de los patrones de mortalidad global más bajos observados en grandes poblaciones humanas[15]. Nuestros hallazgos demuestran que la dieta mediterránea tradicional, contribuye a las bajas tasas de enfermedad cardiovascular en el sur de Europa y apoya la hipótesis de que las dietas ricas en productos animales, que contienen cantidades importantes de grasas saturadas y colesterol, son parcialmente responsables de las altas tasas de enfermedad aterosclerótica en las poblaciones occidentales.

LOS ÁCIDOS GRASOS MONO-ENO EN LA PREVENCIÓN DE LA DISLIPOPROTEINEMIA Y DE LA ATEROSCLEROSIS

RAFAEL CARMENA

Estudios realizados hace más de veinte años por Keys, Anderson y Grande[1,2] y por Hegsted y col.[3]) demostraron que el efecto de la grasa de la dieta sobre los niveles de colesterol plasmático en el hombre dependía de la composición en ácidos grasos de la grasa: los ácidos grasos saturados (GS) aumentaban el colesterol sérico total, mientras que los ácidos grasos poliinsaturados (GPI) lo reducían. Los efectos de los ácidos grasos mono-eno (GMI) sobre el colesterol plasmático total se consideraban neutrales, no diferentes de los observados con los hidratos de carbono de la dieta, esto es, no aumentaban ni reducían los niveles de colesterol total. Por otra parte, la sustitución isocalórica de las grasas saturadas por GMI reducía el colesterol sérico, al eliminar el efecto del aumento de colesterol producido por los ácidos grasos saturados. Keys y col.[1] señalaron asimismo que, gramo por gramo, las grasas saturadas daban lugar a una elevación del colesterol sérico hasta dos veces mayor que el descenso producido por las grasas poliinsaturadas; por lo tanto, la sustitución de las grasas saturadas de la dieta por ácido linoleico daba lugar a una reducción de los niveles de colesterol total mayor que las GMI, los hidratos de carbono o las proteínas. De acuerdo con estos hallazgos, en la dieta recomendada habitualmente[4,5] para reducir el colesterol un mínimo de un 10 % del aporte energético derivaba de los GPI.

Este concepto global, no obstante, empezó a quebrarse cuando se examinaron de nuevo los efectos de los GMI sobre los lípidos y lipoproteínas séricos. Diversos estudios destacaron el valor de las dietas ricas en GMI para reducir la ingesta de grasas saturadas y disminuir los niveles de colesterol transportado por lipoproteínas de baja densidad (LDL). Grundy[6] demostró que las dietas ricas en GMI (ácido oleico, C18:1 n-9) reducen los niveles de colesterol-LDL, igual que las dietas pobres en grasas y ricas en hidratos de carbono, pero no disminuyen el colesterol transportado por lipoproteínas de alta densidad (HDL) ni aumentan los valores de triglicéridos séricos. Asimismo, en la pasada década, algunos investigadores señalaron que el aumento de la ingesta de ácido linoleico (C18:2 n-6) en la dieta reduce el colesterol-HDL[7], lo que no ocurre cuando se utilizan dietas ricas en ácido oleico[8,9]. No obstante, la cantidad de grasas totales y las condiciones de los estudios mostraban considerables variaciones, lo que hacía difícil la interpretación de los datos.

Desde una perspectiva diferente, estudios recientes en animales de experimentación[10] han demostrado que las dietas enriquecidas en ácido oleico generan partículas de LDL muy resistentes a las modificaciones oxidativas y que podrían retrasar la progresión hacia la aterosclerosis.

LOS ÁCIDOS GRASOS MONO-ENO (GMI) DE LA DIETA Y LAS LIPOPROTEÍNAS SÉRICAS

Unos niveles elevados de colesterol-LDL y reducidos de colesterol-HDL se han asociado, independientemente, con un mayor riesgo de cardiopatía coronaria (CC) prematura en el hombre[11]. Prácticamente, hay unanimidad en que la concentración de LDL en suero disminuye cuando las GS de la dieta se sustituyen por GPI. Como ya se ha indicado, diversos estudios han demostrado también que los niveles de HDL son más bajos con las dietas ricas en GPI[7,8,9].

Considerando que las HDL pueden proteger frente a la CC, es evidente que las dietas elegidas para disminuir el colesterol sérico total no deben reducir las HDL. Los resultados del Estudio de siete países (Seven Country Study)[12] pusieron de manifiesto que la dieta cretense combinaba una ingesta elevada de grasa con una porción baja de GS, debido al empleo liberal de GMI en forma de aceite de oliva. Pues bien, la incidencia de CC en los varones cretenses era menor de lo que se podía esperar por el consumo total de grasas y por los niveles séricos de colesterol, y esa circunstancia no podía explicarse por otros factores de riesgo de CC. Sin embargo, no se estudiaron los niveles de colesterol-HDL. Recientemente, varios investigadores han examinado la posibilidad de que la sustitución en la dieta de ácidos grasos saturados por monoinsaturados reduzca los niveles séricos de colesterol total sin modificar los niveles de HDL.

Schlierf y col.[13] fueron de los primeros en estudiar los efectos de una dieta rica en GPI (aceite de maíz) y otra rica en

aceite de oliva sobre los niveles de colesterol-HDL en el hombre. Al comparar la dieta de control con la de aceite de oliva, se observó una reducción del 17 % en el colesterol-LDL, así como un descenso en el colesterol-HDL durante los períodos de consumo de aceite de oliva y de maíz, no modificándose las Apo AI y AII.

Mattson y Grundy[8] compararon los efectos sobre las lipoproteínas séricas de los ácidos GMI (oleico) y GPI (linoleico) como sustitutivos de los ácidos saturados (palmítico), administrados en dietas de fórmula líquida. Los dos ácidos grasos insaturados fueron casi igualmente eficaces en la reducción del colesterol sérico total y del colesterol-LDL. La ingesta elevada de ácido linoleico hizo descender el colesterol-HDL, en tanto que esta respuesta se obtenía menos a menudo con la ingesta de grandes cantidades de ácido oleico. En otro estudio, Grundy[6] demostró que una dieta líquida rica en GMI reducía el colesterol sérico total y el colesterol-LDL tanto como una dieta baja en grasas y rica en hidratos de carbono. Los niveles séricos de colesterol-HDL disminuían con la dieta baja en grasas, pero no se modificaban con la dieta rica en GMI.

Estos experimentos han recibido críticas, por haber utilizado dietas de fórmula y por haberse referido a un grupo mixto de voluntarios sanos y pacientes hiperlipidémicos. No obstante, Mensink y Katan[14] obtuvieron resultados similares en voluntarios sanos al comparar los efectos sobre los lípidos séricos de una dieta natural rica en aceite de oliva y de una dieta rica en hidratos de carbono complejos y baja en grasa. La dieta rica en aceite de oliva, que combinaba una elevada ingesta de grasas totales con una ingesta baja de grasas saturadas, produjo un descenso específico en el colesterol-no HDL, sin que resultase afectado el colesterol-HDL. La dieta rica en hidratos de carbono complejos redujo el colesterol total y el colesterol-HDL. En un experimento posterior, los mismos autores[15] utilizaron cantidades menores (inferiores al 30 % de la ingesta energética total) de GPI y no hallaron diferencias entre las dietas ricas en grasas monoinsaturadas y poliinsaturadas; ambas redujeron el nivel de colesterol-LDL y tuvieron el mismo efecto sobre el colesterol-HDL.

Este último punto es particularmente importante, ya que diversos laboratorios han sugerido que los GPI de la dieta reducen el colesterol-HDL sérico. En muchos de estos estudios se han utilizado grandes cantidades de ácido linoleico. En el informe de Mensink y Katan[15], esa cantidad era muy semejante a la consumida por la población general. En la misma línea, Iacono y col.[16] han demostrado recientemente que una dieta con un 3,8 o 10,8 % de ácido linoleico no reduce los valores séricos de colesterol-HDL. Un aspecto significativo del estudio fue que las cantidades de GS y GMI se mantenían constantes.

Jacotot y col.[17] han señalado que el consumo por sujetos sanos de dietas naturales que contengan 40 g/día de aceite de oliva –cantidad consumida habitualmente en Creta, según Keys[12]– se asocia con un incremento en los niveles de colesterol-HDL, un incremento en el catabolismo de las LDL por fibroblastos cultivados y un aumento en la eliminación del colesterol celular libre por las HDL.

CUADRO 1

	Varones (N = 66)			Mujeres (N = 43)		
	A. G.	A. O		A. G.	A. O	
CT	186+38	201+37	p. 0,005	212+56	227+52	NS
C-LDL	118+37	123+36	NS	118+46	116+44	NS
C-HDL	47+11	55+12	p. 0,001	61+13	76+14	p. 0,01
TG	83+38	79+36	NS	72+27	65+17	NS
I. A.	4,1+1,1	3,8+1,3	p. 0,001	3,6+1,1	3,3+0,9	p. 0,001

Notas: A. O.: Período de consumo de aceite de oliva; A. G.: período de consumo de aceite de girasol; CT: colesterol total; TG: triglicéridos; I. A.: índice aterogénico (CT/C-HDL).
Los valores se expresan en mg/dl. Para convertir en mmol/1, multiplicar por 0,025 en el caso del colesterol y por 0,01 en el caso de los triglicéricos.

En un estudio cooperativo realizado de forma simultánea en comunidades religiosas cerradas de Valencia y Madrid, comparamos los efectos de dietas naturales que contenían 40 g/día de aceite de oliva o de aceite de girasol sobre las lipoproteínas y las apoproteínas séricas. Se ha publicado un informe detallado de este estudio[18]. En el grupo de varones, el 43 % de la energía diaria procedía de los hidratos de carbono, el 37 % de las grasas, el 16 % de las proteínas y el 4 % del alcohol, con una ingesta diaria de 400 mg de colesterol y 25 g de fibra. En el grupo de mujeres, los porcentajes respectivos eran del 48, 38 y 14 %. Cada período de dieta duró tres meses.

Parte de los resultados se resumen en el cuadro 1.

Como se puede observar, los niveles de colesterol total en los varones durante el período de consumo de aceite de oliva fueron significativamente más elevados que en el período de consumo de aceite de girasol. En el grupo de mujeres, el colesterol total medio durante el período de consumo de aceite de oliva fue 15 mg más elevado que durante el período de consumo de aceite de girasol, aunque la diferencia no era estadísticamente significativa. Los niveles de colesterol-HDL fueron significativamente más elevados durante el período de consumo de aceite de oliva en ambos grupos, con un incremento del 17 % en los varones y del 24 % en las mujeres. Los niveles de colesterol-LDL no mostraron diferencias significativas en ningún grupo cuando los sujetos pasaron de consumir aceite de girasol a consumir aceite de oliva. Por lo tanto, la elevación del colesterol total observada en ambos grupos durante el período de consumo de aceite de oliva puede explicarse por el incremento de la fracción de colesterol-HDL.

Los niveles de triglicéridos séricos no variaron de forma significativa cuando los sujetos pasaron de consumir aceite de girasol a consumir aceite de oliva. El índice aterogénico (CT/C-HDL) descendió un 7 % en los varones y un 8 % en las mujeres durante el período de consumo de aceite de oliva, porcentajes que eran estadísticamente significativos.

En conclusión, con las cantidades utilizadas en nuestro estudio (14 % del contenido calórico diario en el grupo de varones y 18 % en el de mujeres), la sustitución isocalórica de GPI (aceite de girasol) por GMI (aceite de oliva) se acompañó de un incremento significativo del colesterol-HDL en ambos grupos. No observamos diferencias en cuanto a los niveles de colesterol-LDL en los períodos de consumo de dietas ricas en aceite de oliva o de girasol.

Recientemente se ha publicado un estudio que compara la dieta de nivel 1 de la American Hearth Association (AHA) y una dieta rica en grasas monoinsaturadas[19]. La dieta de la AHA se enriqueció (18 % de las calorías diarias) con GMI (38 % de las calorías totales procedentes de la grasa: 18 % de GMI, 10 % de GS y 10 % de GPI) y se comparó con la dieta regular de la AHA (30 % de las calorías totales procedentes de la grasa, a razón de un 10 % de cada tipo). Los dos grupos de pacientes mostraron reducciones paralelas del colesterol-LDL; ni los niveles de triglicéridos ni las concentraciones de colesterol-HDL se modificaron de forma significativa con ninguna de las dietas. Los autores llegan a la conclusión de que el enriquecimiento de la dieta con grasas monoinsaturadas no altera sus efectos beneficiosos sobre las concentraciones de lípidos séricos.

COMPARACIÓN ENTRE LAS CONFIGURACIONES CIS Y TRANS DE LOS ÁCIDOS GRASOS MONO-ENO.

La hidrogenación (adición de átomos de hidrógeno con dobles enlaces) de aceites vegetales ricos en ácido linoleico produce ácidos grasos mono-eno (ácido oleico y ácido elaídico) y ácido esteárico, un GS que carece de dobles enlaces. El ácido oleico, principal GMI natural, posee un doble enlace en configuración cis, esto es, los dos átomos de hidrógeno unidos al doble enlace se sitúan en el mismo lado. El ácido elaídico, en cambio, es C18:1 trans (los átomos de hidrógeno se sitúan en lados opuestos del doble enlace) y es una molécula rígida con estructura similar a la de un ácido graso saturado[20].

En una comunicación reciente, Mensink y Katan[21] han demostrado que las dietas enriquecidas con ácido elaídico son hipercolesterolemiantes en comparación con las dietas ricas en ácido oleico. El efecto de los ácidos grasos trans sobre el perfil de riesgo de las lipoproteínas séricas fue al menos tan desfavorable como el de los GS que elevan el colesterol, ya que no solo aumentan el colesterol-LDL, sino que también reducen el colesterol-HDL.

Estos hallazgos no concuerdan con los estudios realizados previamente por Anderson y col.[22] y por Mattson y col.[23].

Un informe de 1985 de la FASEB citado por Reeves[24], en el que se revisan los efectos sobre la salud de los ácidos grasos trans de la dieta, llegó a la conclusión de que «los ácidos grasos trans consumidos en el aceite vegetal hidrogenado parecen ser equivalentes al ácido oleico en cuanto a sus propiedades colesterolemiantes en los seres humanos». Como se ha señalado, el estudio de Mensink y Katan demuestra que una dieta rica en ácido elaídico eleva el colesterol-LDL y reduce el colesterol-HDL, aunque tal conclusión deba interpretarse con cuidado[24]. La cantidad de ácidos grasos trans utilizada por los autores era unas cuatro veces mayor que la considerada típica de una dieta occidental. Como ha señalado Grundy[20], dado que los ácidos grasos trans solamente constituyen un 3 % de la ingesta energética total de la dieta norteamericana, ¿poseen estos hallazgos importancia práctica?

Aunque son necesarias más investigaciones, por ahora parece prudente que los pacientes con riesgo de aterosclerosis eviten ingestas elevadas de ácidos grasos trans.

LA OXIDACIÓN DE LIPOPROTEÍNAS Y LOS ÁCIDOS GRASOS MONO-ENO EN LA DIETA.

Se ha señalado que la modificación oxidativa de las LDL aumenta su aterogenicidad y que estos cambios pueden producirse in vivo[25]. La sensibilidad de las LDL a la oxidación parece depender de la abundancia de ácidos grasos poliinsaturados existentes en la partícula; durante la oxidación disminuyen las concentraciones de ácidos linoleico y araquidónico (C20:4) y se hacen detectables varias especies de aldehídos, dando lugar a una conjugación lípido-proteína que parece decisiva para el reconocimiento de la partícula por el receptor LDL acetil[27]. Las LDLs oxidadas se hacen más sensibles a ser captadas por los macrófagos cultivados, que entonces se convierten en células espumosas, típicas de las estrías de grasa.

Parthasarathy y col.[10], mediante estudios in vivo en conejos, han demostrado que la inhibición de la oxidación de las LDL lentifica la progresión de las lesiones ateroscleróticas. Se alimentó a los conejos con Trisun 80 (una variante del aceite de girasol que contiene más de un 80 % de ácido oleico y tan solo un 8 % de ácido linoleico) o con aceite de girasol convencional, con solamente un 20 % de ácido oleico y un 67 % de ácido linoleico. Las LDL aisladas del plasma de los animales alimentados con Trisun 80 estaban muy enriquecidas en ácido oleico y eran notablemente resistentes a las modificaciones oxidativas.

Resultados recientes de un estudio efectuado en Israel[28] sobre la acción de los GMI sobre las lipoproteínas plasmáticas en una población abierta demuestran que, durante los períodos de dieta enriquecida con ácido oleico, las partículas de LDL eran menos sensibles a la tensión oxidativa, mientras que las dietas ricas en GPI daban lugar a una mayor peroxidación lipídica.

En conclusión, la reducción del contenido en GPI de las LDL y el aumento del contenido en GMI parece reducir la sensibilidad de estas partículas a la oxidación. Es preciso realizar más estudios para determinar si las dietas enriquecidas con ácido oleico pueden hacer más lenta la progresión de la aterosclerosis al generar LDL resistentes a la modificación oxidativa.

REGULACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE LÍPIDOS EN EL PLASMA SANGUÍNEO

RONALD MENSINK

En el duodeno, los triglicéridos de la dieta son reducidos a pequeñas partículas para hacer posible la digestión con la ayuda de las sales biliares y de pequeñas cantidades de ácidos grasos y monoglicéridos. La enzima pancreática lipasa puede entonces hidrolizar los triglicéridos en monoglicéridos y diglicéridos, ácidos grasos y glicerol. La emulsión de lípidos así formada puede atravesar la mucosa de las células intestinales. Dentro de las células continúa la hidrólisis y se forman nuevos triglicéridos por reesterificación de los ácidos grasos con glicerol. Los lípidos penetran en la linfa en forma de quilomicrones y, finalmente, en la corriente sanguínea. Los triglicéridos y las sustancias liposolubles, como el colesterol y los fosfolípidos, son insolubles en agua. Para facilitar su transporte, la mayor parte de los lípidos sanguíneos están encapsulados por proteínas hidrosolubles, las apoproteínas. Estos complejos se denominan lipoproteínas y están constituidos por un núcleo hidrófobo y una cubierta hidrófila.

Existen numerosos tipos de lipoproteínas. En los sujetos sanos, los quilomicrones ricos en triglicéridos únicamente están presentes después de una comida. Otras lipoproteínas importantes son las lipoproteínas de muy baja densidad (VLDL), las lipoproteínas de baja densidad (LDL) y las de alta densidad (HDL). Las VLDL, secretadas principalmente por el hígado, son también ricas en triglicéridos. No obstante, las LDL y HDL son las que transportan la mayor parte del colesterol a través de la sangre: las LDL alrededor del 60-70 % y las HDL el 20-30 %. Las LDL pueden formarse a partir de las VLDL, y las HDL a partir de restos de quilomicrones, aunque probablemente el hígado segregue también vesículas naturales. Numerosos estudios a gran escala han demostrado que el riesgo de cardiopatía coronaria tiene una relación positiva con los niveles de colesterol-LDL y negativa con los de colesterol-HDL. También los niveles elevados de triglicéridos pueden asociarse con cardiopatía coronaria. Adoptando medidas dietéticas es posible modificar los niveles de triglicéridos y de colesterol transportados por lipoproteínas, por lo que una dieta prudente es importante para reducir el riesgo de cardiopatía coronaria. Las grasas constituyen un factor importante de los niveles séricos de lípidos y de colesterol transportado por lipoproteínas. Un ácido graso es hipercolesterolemiante cuando, al sustituir los carbohidratos de la dieta por una cantidad isocalórica del mismo, aumenta el colesterol sérico total.

La dieta contiene tres clases de ácidos grasos: los ácidos grasos saturados, que carecen de dobles enlaces, los monoinsaturados, que poseen un doble enlace, y los poliinsaturados, que poseen al menos dos dobles enlaces.

EFECTOS DE LOS ÁCIDOS GRASOS DE LA DIETA SOBRE EL COLESTEROL SÉRICO TOTAL Y SOBRE EL COLESTEROL-LDL

Los ácidos grasos saturados incrementan los niveles séricos de colesterol total y colesterol-LDL. En concreto, los ácidos laúrico, mirístico y palmítico –ácidos grasos saturados con 12, 14 y 16 átomos de carbono– elevan los niveles séricos de colesterol total y colesterol-LDL cuando se comparan con cantidades isocalóricas de carbohidratos. En cambio, los ácidos grasos saturados con menos de 12 o con 18 átomos de carbono –ácido esteárico– no influyen en el nivel sérico de colesterol.

Los dos principales ácidos grasos insaturados de la dieta son el oleico y el linoleico. Según estudios realizados en los decenios de 1950 y 1960 por los grupos del profesor Keys y del profesor Hegsted, el ácido linoleico aventaja al oleico en cuanto a la reducción de los niveles séricos de colesterol total.

Diversos estudios posteriores, sin embargo, no han podido confirmar estos hallazgos: se ha comprobado que el ácido oleico y el linoleico tienen las mismas propiedades hipocolesterolemiantes. En fecha más reciente se ha publicado un metaanálisis de 27 ensayos, según el cual el ácido linoleico puede ser marginalmente más hipocolesterolemiante que el oleico. La diferencia entre los dos es, no obstante, mucho menor que la observada en los primeros estudios. Estudios individuales indican que el ácido oleico y el linoleico pueden intercambiarse sin que afecte a los niveles séricos de colesterol total y colesterol-LDL,

siempre que la ingesta de linoleico esté dentro de límites normales.

EFECTOS DE LA DIETA SOBRE EL COLESTEROL-HDL

Se ha señalado que parte del efecto reductor del ácido linoleico sobre el colesterol se debe al descenso del nivel de colesterol-HDL. De hecho, numerosos estudios han demostrado que ingestas elevadas de ácido linoleico reducen los niveles de colesterol-HDL con relación a otros ácidos grasos saturados y monoinsaturados. La sustitución de los carbohidratos de la dieta por ácido oleico también incrementa el colesterol-HDL.

EFECTOS DE LA DIETA SOBRE LOS NIVELES SÉRICOS DE TRIGLICÉRIDOS

La sustitución de los carbohidratos de la dieta por aceite de oliva reduce los triglicéridos séricos. Los ácidos oleico y linoleico poseen un efecto similar sobre el nivel sérico de triglicéridos.

ARTERIOSCLEROSIS: OXIDACIÓN DE LAS GRASAS Y CARDIOPATÍA CORONARIA

Los ácidos grasos poliinsaturados se oxidan con más facilidad que los monoinsaturados. La oxidación no sólo tiene lugar durante la elaboración de los aceites, sino también en el interior del organismo humano. Se ha propuesto que la LDL oxidada es muy aterogénica. La LDL natural atraviesa las células endoteliales y puede ser oxidada después en el interior de las arterias. Una vez oxidada, es captada rápidamente por los macrófagos, formándose células espumosas y finalmente la estría de grasa. Además, la LDL modificada posee actividad quimiotáctica y propiedades citotóxicas, que aumentan la velocidad de formación de estrías de grasa.

Aun cuando se ha demostrado experimentalmente, mediante estudios en animales, el papel de la peroxidación lipídica en la patogenia de la aterosclerosis, la información procedente de estudios humanos era escasa hasta hace poco. Estudios recientes, no obstante, demuestran una relación positiva entre los autoanticuerpos frente a la LDL modificada y la progresión de aterosclerosis carotídea. En otro estudio se ha observado que la intensidad de la aterosclerosis coronaria tiene una relación positiva con la sensibilidad a la oxidación de la LDL en un sistema *in vitro*.

La composición de ácidos grasos de las partículas LDL está determinada en gran parte por la composición de ácidos grasos de la dieta. Por lo tanto, las dietas ricas en ácido linoleico dan lugar a niveles elevados de ácido linoleico en la fracción colesterilléster de la LDL, y las dietas ricas en ácido oleico determinan niveles elevados del mismo. No es sorprendente, por tanto, que las partículas LDL de los sujetos con dieta rica en ácido linoleico sean más propensas a la oxidación que las de los sujetos con dieta rica en ácido oleico. Además, se ha hallado que la degradación de las LDL por los macrófagos del ratón tras su modificación por células endoteliales de conejos es mucho más pronunciada en las dietas con ácido linoleico que en las de ácido oleico.

NUTRICIÓN Y FRITURA DE LOS ALIMENTOS

GREGORIO VARELA

Un hecho importante de la ingesta grasa española, y en general de los países mediterráneos, que pocas veces es tenido en cuenta, es el elevado porcentaje que a la grasa total aporta la llamada «grasa culinaria». Como es sabido, la ingesta grasa está formada por dos componentes fundamentales, el que contienen los alimentos, y el que aportan las grasas culinarias con las que se preparan. En España, y en general en los otros países del área mediterránea, aproximadamente el 50 % de la ingesta grasa total procede de la grasa culinaria, lo que es beneficioso ya que ofrece muchas posibilidades de manipulación de la ingesta lipídica, en contraste con la de otros países en los que la proporción de grasa culinaria es mucho menor.

Ante este hecho, cabe preguntarse: ¿cómo se consume esta grasa culinaria? A tratar de contestar esta pregunta hemos dedicado una parte importante de nuestros estudios. En principio, recordemos que solamente una pequeña fracción de ella se consume en crudo, en el aderezo de los alimentos, y que la mayor parte es utilizada fundamentalmente en la fritura en baño de aceite.

Como ya se ha dicho, esta tecnología culinaria originaria de los países mediterráneos, y que es una de las pocas características comunes a todos ellos, hasta hace poco tiempo no gozaba de demasiado prestigio. Sin embargo, los estudios realizados en diferentes laboratorios, entre ellos el nuestro, han auspiciado un profundo cambio merced al cual esta técnica, considerada poco conveniente, se ha convertido hoy en día en una de las de máxima expansión a países y alimentos en los que hasta hace poco tiempo no era popular.

Esta expansión se debe en gran parte al conocimiento en profundidad del fenómeno de penetración de la grasa en los alimentos fritos, que demuestra que cuando el proceso se realiza correctamente, teniendo en cuenta especialmente la adecuación de la temperatura y tiempo de fritura y la relación de superficie/volumen de alimento, de la grasa/alimento, se forma en éste una costra periférica que impide la penetración de la grasa caliente en el interior de la masa del alimento. El aceite de oliva se muestra especialmente idóneo para este tipo de fritura.

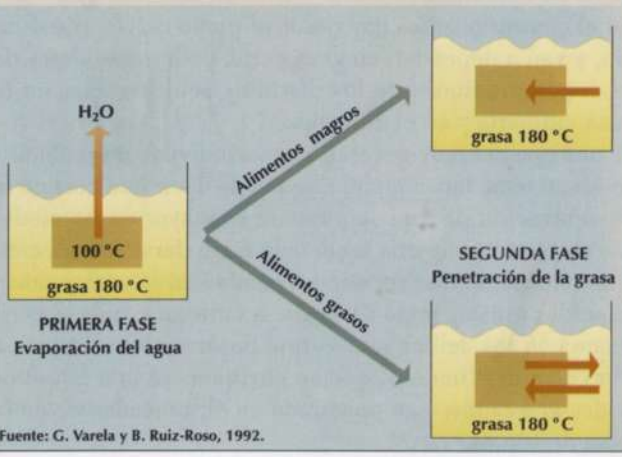
Es difícil resumir las consecuencias prácticas beneficiosas que este proceder tiene para el hombre, pero, de una manera general, podemos decir que, debido precisamente a la formación de la costra, el tiempo de actuación de la grasa caliente sobre el interior del alimento es muy reducido, por lo que la pérdida de valor nutritivo de los alimentos fritos es mucho menor que lo que ocurre en otros procesos culinarios. También lo es la cantidad de grasa que ingerimos en relación con la que consumimos con otros métodos culinarios.

Pero quizás el hecho más importante en cuanto a las posibilidades de la fritura de los alimentos es que permite manipular de alguna manera la ingesta lipídica.

En cuanto a la cinética de la penetración de la grasa en el alimento es interesante señalar el distinto comportamiento según se trate de fritura de alimentos magros o grasos. En la figura 1, se trata de representar el proceso de penetración de la grasa culinaria en los dos tipos de alimentos. En ambos casos, es necesario, en una primera fase, que antes de la penetración de la grasa caliente, salga del alimento por evaporación una cantidad importante de agua. Durante esta fase la temperatura en el interior del alimento permanece prácticamente constante a 100 °C.

Una vez que el agua se ha evaporado, comienza la penetración de la grasa en el alimento, que será muy diferente, como se observa en el gráfico, según se trate de alimentos magros o grasos. En el primer caso, la grasa del baño penetra en el alimento y, como consecuencia, éste se enriquece en grasa y lógicamente, la composición de la grasa del alimento frito será prácticamente la misma que la que tenía la grasa culinaria.

FIGURA 1
PENETRACIÓN DE LA GRASA EN ALIMENTOS FRITOS POR INMERSIÓN (FREIDORA)



Fuente: G. Varela y B. Ruiz-Roso, 1992.

CUADRO 1
CAMBIOS EN LA COMPOSICIÓN GRASA DEBIDOS A LA FRITURA

	Alimentos magros Patatas		Alimentos grasos Sardinas		
	Crudo	Frito AO	Crudo	Frito AO	Frito AG
Total grasa	0.16	16.5[a]	20.2	20.3	20.2
SFA	23.1	13.2[a]	42.4	30.6[a]	26.4[a]
MUFA	3.1	78.2[a]	29.5	46.0[a]	32.8
PUFA (total)	73.1	8.4[a]	26.6	23.1	33.6[a]
n - 6			4.9	6.6	26.2[a]
n - 3			21.3	16.5	7.0[a]

El total de grasas se expresa en g/100 g de alimento y los grupos de ácidos grasos en g/100 g de grasa; AO: aceite de oliva; AG: aceite de girasol; [a]Significativo cuando se hace la comparación con lo crudo ($p<.05$).

Fuente: G. Varela, M. Pérez y B. Ruiz-Roso, 1990.

CUADRO 2
CAMBIOS EN LA COMPOSICIÓN LIPÍDICA DE VACA MAGRA O GRASA FRITA EN ACEITE DE OLIVA

		Carne			
		Magra		Grasa	
	AO	Crudos	1ª fritura	Crudos	1ª fritura
Total grasa (g/100 g alimento)	100	3.1	6.4[a]	41.0	40.8
SFA	15.7	41.2	28.6[a]	43.8	42.0[a]
MUFA	74.4	43.2	61.5[a]	49.5	52.0[a]
PUFA (g/100 g total alimento)	9.7	16.6	9.6[a]	2.3	2.0[a]

La grasa total se expresa en g/100 g de alimento y los grupos de ácidos grasos en g/100 g de grasas; AO: aceite de oliva; [a]Significativo cuando se hace la comparación con lo crudo ($p<.05$).

Fuente: G. Varela y B. Ruiz-Roso, 1992.

El problema es mucho más complejo en el caso de los alimentos grasos: desde el punto de vista cuantitativo, la cantidad de grasa que pasa del alimento al baño, y viceversa, es prácticamente la misma, y por ello no hay grandes cambios en la cantidad de grasa total del alimento frito en relación con el crudo.

Por el contrario, sí los hay desde el punto de vista cualitativo, y van a depender, en gran parte, de los gradientes de las concentraciones de los distintos ácidos grasos en la grasa culinaria y en el alimento.

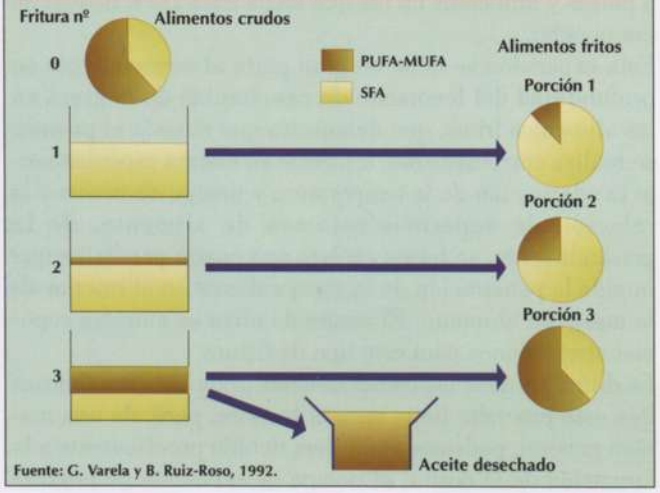
De una manera muy general, y prescindiendo de profundizar en un tema tan complejo, se puede decir que cuando la concentración de un componente es mayor en un medio que en el otro, hay una tendencia a igualarse ambas concentraciones, lo que supone un cambio en la composición de ácidos grasos, tanto de la grasa culinaria, que se enriquece con los ácidos grasos que pasaron del alimento a ella como al alimento, que se enriquecerá con aquellos ácidos grasos que han penetrado en él, procedentes de la grasa de fritura.

Un ejemplo de interés práctico puede ser lo que ocurre con la carne. Al freír este alimento los cambios en la composición lipídica son muy diferentes, tanto cuantitativa como cualitativamente, según se fría carne magra o grasa. En el cuadro 1 se representa lo que ocurre al freír la primera en aceite de oliva: se observa que, como era de esperar, se incrementa la cantidad total de grasa. En cuanto a su calidad, disminuye marcadamente la proporción de SFA, que pasan al baño de fritura, mientras que se incrementan los MUFA y disminùyen los PUFA.

En el caso de la carne grasa, los cambios cuantitativos carecen de significación, ya que prácticamente entra la misma grasa que sale y los cambios en las familias de los ácidos grasos están de acuerdo con los de gradientes de concentraciones: disminuyen los SFA y se incrementan los MUFA, mientras que no hay variaciones en los PUFA, ya que las concentraciones de esta familia en la carne utilizada y en el aceite son muy parecidas.

Al llegar a este punto podríamos preguntarnos si el efecto de la grasa no sería el mismo si se ingiere fuera o dentro de la carne. Pero no ocurre así: recordemos que cuando se fríen los alimentos, los aceites generalmente no se utilizan solamente una vez, sino que el mismo aceite se usa varias veces para freír nuevas porciones de alimento. Sin embargo, llega un momento en que el aceite procedente de frituras repetidas ya no es utilizable y ha de desecharse, por lo que no se ingiere. La cantidad de este aceite eliminado puede ser muy importante, dependiendo entre otros factores de la composición de la grasa y de la del alimento, y de la estabilidad de la grasa culinaria utilizada, por lo que puede tener significado práctico en cuanto a la ingesta lipídica. Es difícil estimar la cantidad de aceite que que se desecha por esta circunstancia, pero, en general, se calcula por lo menos en un 20 %. Es muy importante tener en cuenta que este aceite que desechamos no tiene igual composición que el crudo, sino que está enriquecido, en el

FIGURA 2
CANTIDAD Y CALIDAD DE LA GRASA CONTENIDA EN UNA FREIDORA DESPUÉS DE VARIOS USOS



Fuente: G. Varela y B. Ruiz-Roso, 1992.

caso de la carne, en ácidos saturados, lo que en términos prácticos quiere decir que con este proceder hemos disminuido, en primer lugar, la ingesta grasa total y que al mismo tiempo, en el aceite que desechamos, eliminamos compuestos negativos, como son las AGS. Por otro lado, la carne mejora sustancialmente su composición grasa debido a que los ácidos grasos que penetran procedentes del alimento son muy favorables, como es el caso de los MUFA o PUFA dependiendo de los aceites utilizados.

Un esquema de los cambios que ocurren en el aceite de oliva utilizado en la fritura repetida de carne grasa se recoge en la figura 2. Se observa que en las sucesivas frituras, en el mismo aceite, de distintas porciones de carne de aproximadamente la misma composición grasa, se incrementa lentamente el contenido de SFA en el aceite, hasta que al llegar a la fritura 20, el incremento cesa y en las siguientes frituras se estabiliza la concentración de SFA. Este comportamiento nos indica que en las sucesivas frituras el aceite se va enriqueciendo en SFA hasta que al no existir prácticamente diferencias entre el alimento y el baño, la composición del aceite se estabiliza. Por la misma razón hay un descenso marcado de MUFA y más lento de PUFA.

La conclusión de esta revisión fue poner de relieve, por un lado, las dificultades para relacionar, en general, la ingesta grasa con las enfermedades degenerativas y, por otro, que mediante la técnica de fritura realizada correctamente, es posible manipular positivamente esta ingesta.

LA DIETA MEDITERRÁNEA

EL EMPLEO DEL ACEITE DE OLIVA EN LA DIETA DEL DIABÉTICO

ABHIMANYU GARG

El tratamiento dietético también desempeña un papel importante en el control de los pacientes con diabetes mellitus insulino-dependiente (DMID o diabetes mellitus tipo I) y otras categorías de diabetes mellitus; no obstante, en el tratamiento global pueden ser esenciales la insulina u otros fármacos.

Las dietas prescritas en la actualidad a los pacientes con diabetes mellitus son bajas en ácidos grasos saturados y colesterol y ricas en carbohidratos y fibra[1-3]. Los ácidos grasos saturados están restringidos a menos del 10 % de la ingesta energética total diaria, y más del 55-60 % de la energía total procede de los carbohidratos. En los pacientes diabéticos con hiperlipidemia se aconseja un mayor incremento de los carbohidratos y la restricción de grasas a un 20 % de la energía total. A pesar de estas recomendaciones, no existe acuerdo sobre la dieta óptima para pacientes diabéticos y algunos expertos no comparten en su totalidad las recientes recomendaciones al respecto[4]. Es cierto que al sustituir en la dieta los ácidos grasos saturados por carbohidratos se observa una reducción en el colesterol transportado por lipoproteínas de baja densidad (LDL). Sin embargo, estudios recientes sugieren que las dietas ricas en carbohidratos pueden acentuar la hipertrigliceridemia, reducir el colesterol transportado por lipoproteínas de alta densidad (HDL), empeorar el control de la glucemia y elevar los niveles plasmáticos de insulina[5-8]; todos estos cambios pueden ser potencialmente aterogénicos y no deseables.

Recientemente, Garg y col.[8] han propuesto un método alternativo al tratamiento dietético en los pacientes con diabetes mellitus; la sustitución de los carbohidratos complejos por grasas monoinsaturadas, utilizando aceite de oliva como fuente de ácidos grasos monoinsaturados. Su estudio, realizado en pacientes con DMNID sometidos a tratamiento con insulina, revela que, en comparación con la dieta rica en carbohidratos y baja en grasas saturadas, la dieta rica en grasas monoinsaturadas pero baja en grasas saturadas mejora el control de la glucemia y el perfil lipoproteínico. Con esta dieta, las necesidades de insulina de los pacientes son menores y el perfil de glucemia mejora mucho. Además, en comparación con la dieta rica en carbohidratos, la dieta rica en grasas monoinsaturadas reduce los niveles plasmáticos de triglicéridos en ayunas en un 25 % y los de colesterol transportado por lipoproteínas de muy baja densidad (VLDL) en un 35 %, elevando asimismo las concentraciones de colesterol-HDL y de apolipoproteína A-I en un 13 % y un 9 % respectivamente. Por lo tanto, los resultados globales revelan que la dieta rica en grasas monoinsaturadas puede mejorar el perfil de riesgo coronario en los pacientes con DMNID.

En otro estudio reciente, Garg y col.[9] han comparado una dieta rica en ácidos grasos monoinsaturados con otra rica en carbohidratos en pacientes con DMNID no tratados con hipoglucemiantes orales ni con insulina. Este estudio confirma las ventajas de la dieta rica en grasas monoinsaturadas en los pacientes con DMNID. En comparación con la dieta rica en carbohidratos, la dieta rica en grasa monoinsaturada reduce los niveles plasmáticos de triglicéridos y colesterol-VLDL y eleva los de colesterol-HDL. Asimismo, y en contraste con una afirmación previa de que las dietas ricas en carbohidratos pueden mejorar el control de la glucemia y la sensibilidad a la insulina de los pacientes con DMNID, el control de la glucemia no mejora con dicha dieta y tampoco hay pruebas de que, utilizando el estudio euglucémico hiperinsulinémico de pinza de glucosa, la dieta rica en carbohidratos mejore la sensibilidad a la insulina en estos pacientes con DMNID leve.

En una investigación separada, Garg y col.[10] han demostrado que la hiperglucemia inducida por la dieta rica en carbohidratos en los pacientes con DMNID puede ir acompañada de hiperglucagonemia y, en algunos pacientes, de disfunción de las células beta. Por el contrario, una dieta rica en ácidos grasos monoinsaturados no presenta efectos adversos sobre el control de la glucemia ni la función de las células de los islotes en pacientes con DMNID[10].

Otros investigadores[11] han confirmado los efectos beneficiosos de las dietas ricas en ácidos grasos monoinsaturados en los pacientes con DMNID, y los resultados preliminares de un estudio multicéntrico apoyan también su utilización en estos pacientes. Estas dietas pueden ser, por lo tanto, particularmente adecuadas en los pacientes incapaces de seguir las dietas ricas en carbohidratos. Las dietas ricas en grasas monoinsaturadas con aceite de oliva pueden ser más apetitosas. Por lo general, los pacientes ancianos con DMNID no pueden cambiar con facilidad sus hábitos dietéticos, por lo que aceptarán mejor el cambio de los ácidos grasos saturados por otros monoinsatura-

dos que por carbohidratos. Debido a los efectos adversos de las dietas ricas en carbohidratos sobre las lipoproteínas, pueden prescribirse dietas ricas en grasas monoinsaturadas en los pacientes con hipertrigliceridemia, niveles bajos de colesterol-HDL o dificultad para el control de la hiperglucemia.

En los pacientes con DMID, también la dieta recomendada es rica en carbohidratos y baja en grasas totales, ácidos grasos saturados y colesterol[1]. Su principal objetivo es reducir los niveles de colesterol-LDL. En estos pacientes, la sustitución de los ácidos grasos saturados por carbohidratos también reduce de forma eficaz los niveles plasmáticos de colesterol. En uno de los estudios, no obstante, la dieta rica en carbohidratos ocasionó hipertrigliceridemia y reducción de los niveles de colesterol-HDL, lo que podría no ser deseable. Aunque no están bien estudiados los efectos de la fibra de la dieta sobre el metabolismo de la glucosa y de los lípidos en los pacientes con DMID, en general se recomienda elegir alimentos con contenido moderado o alto de fibra dietética.

En los pacientes con DMID puede utilizarse el mismo método dietético comentado para los pacientes con DMNID, esto es, el empleo de ácidos grasos monoinsaturados para sustituir a los ácidos grasos saturados. De hecho, en un estudio a corto plazo en pacientes con DMID, y en comparación con la dieta habitual rica en hidratos de carbono, la dieta rica en grasas monoinsaturadas mejoró el control de la glucemia, aunque el perfil lipoproteico permaneció sin cambios. Por lo tanto, la dieta rica en ácidos grasos monoinsaturados puede ser también una alternativa adecuada a la dieta rica en carbohidratos para los pacientes con DMID, en particular para los que presentan hipertrigliceridemia y niveles bajos de colesterol-LDL, así como para las pacientes embarazadas.

LÍPIDOS ALIMENTARIOS Y ENVEJECIMIENTO

PUBLIO VIOLA
MIRELLA AUDISIO

El límite biológico de la vida parece determinado por numerosos factores genéticos y ambientales, entre ellos los alimenticios. Recordemos algunas de las numerosas teorías que pretenden explicar el proceso de envejecimiento: 1) la teoría inmunitaria, que ve el progresivo consumo de nuestro patrimonio inmunitario como causa de la incapacidad del organismo para defenderse de las agresiones externas; 2) la teoría de los errores[1], según la cual todos los organismos heredan una información que incluye un «programa» que organiza su actividad biológica y que, hipotéticamente, podría replicarse de forma ilimitada; durante estas repetidas replicaciones, se producirían errores casuales que, a su vez, podrían ser causa de otros errores, hasta llegar a una «catástrofe de errores»; 3) la teoría de la peroxidación de los radicales libres[2], sustancias químicas sumamente reactivas que se forman durante las reacciones metabólicas y que producen lesiones de las estructuras celulares, induciendo así las alteraciones típicas del envejecimiento y las enfermedades que lo acompañan.

Estudios recientes han obtenido nuevos hallazgos que respaldan esta última teoría y que orientan hacia la lesión celular como consecuencia de la acción de los radicales libres de oxígeno.

PEROXIDACIÓN DE LOS LÍPIDOS Y FORMACIÓN DE RADICALES LIBRES

En nuestro organismo se producen continua y universalmente reacciones que provocan formación de radicales libres, aunque, en general, no producen daños importantes porque nos hallamos protegidos gracias a la presencia de sustancias antioxidantes que permiten (dentro de ciertos límites) el mantenimiento del equilibrio.

Este equilibrio puede alterarse por disminución de la concentración de sustancias antioxidantes, por aumento de las sustancias prooxidantes o por incremento del sustrato peroxidable. Se produce así un «estrés oxidativo» que puede definirse como un proceso en el que la exposición a los radicales libres o a otros oxidantes conlleva la alteración de la función normal de la célula e incluso de su propia supervivencia.

Los agentes antioxidantes son α-tocoferol, ß-caroteno, ácido ascórbico, ácido úrico, superóxido dismutasa, glutation peroxidasa, catalasa, ceruloplasmina, α-1-antitripsina y algunos aminoácidos, como la metionina y la cisteína. No podemos excluir otras sustancias, como los polifenoles, cuya actividad ha sido comprobada *in vitro* pero todavía no *in vivo*.

Los agentes peroxidantes son los radicales libres, que pueden producirse a consecuencia de compuestos contaminantes, del humo del tabaco, de algunos productos xenobióticos o algunos metales, como el hierro y el cobre, de una actividad metabólica intensa o del propio oxígeno atmosférico.

El oxígeno adquiere una particular importancia, puesto que su utilización metabólica tiene lugar en la cadena respiratoria mitocondrial, donde un 1-2 % no llega a reducirse por completo a agua, sino que forma productos intermedios sumamente reactivos, como los iones superóxido (O-) e hidroxilo (OH+).

También se forman radicales libres durante la síntesis de las prostaglandinas que tiene lugar en los procesos inflamatorios y en la cadena de transporte de electrones NADPH citocromo P 450 microsomial.

Los radicales libres, una vez formados, reaccionan y tienden a estabilizarse mediante sustracción de un átomo de hidrógeno u otro sustrato. Se produce así la repetición y difusión del ciclo, formándose una reacción en cadena. Los ácidos grasos poliinsaturados tienen una especial labilidad para ceder sus átomos de hidrógeno, convirtiéndose así, a su vez, en radicales libres (figuras 1 y 2). Los radicales libres de los ácidos grasos pueden entonces reaccionar con el oxígeno molecular para formar radicales libres peroxidados (ROO) que, a su vez, y mediante una reacción en cadena, propagan el proceso a otros ácidos grasos poliinsaturados para dar lugar a nuevos radicales libres (R),

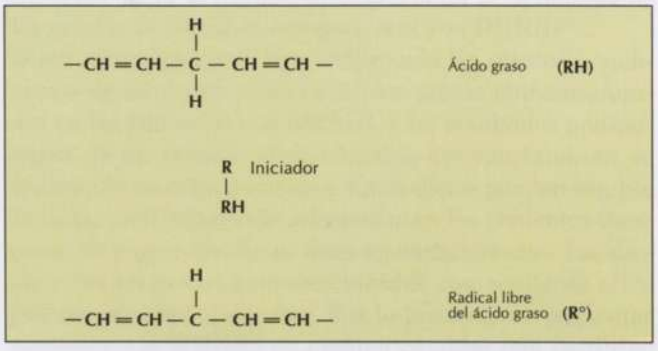


FIGURA 1. Comienzo del proceso de formación de radicales libres a partir de un ácido graso poliinsaturado.

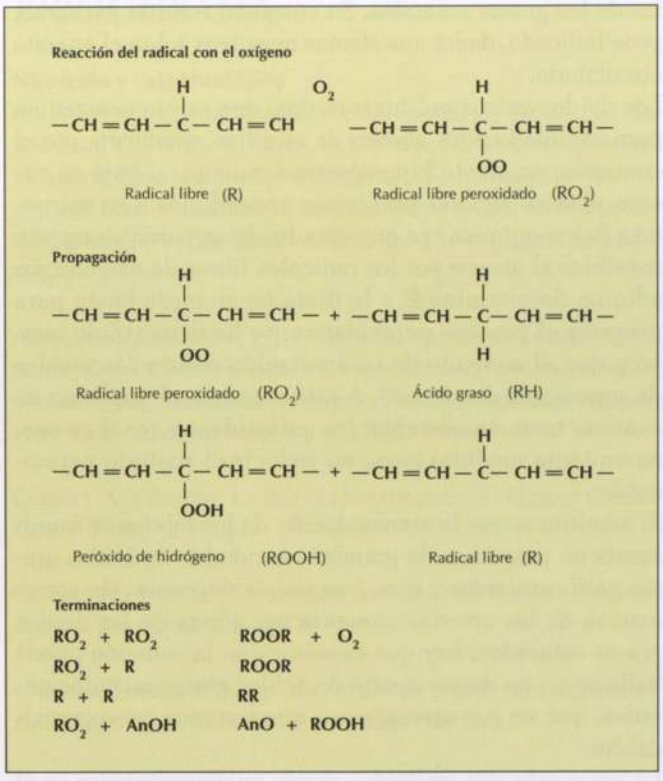


FIGURA 2. Propagación del proceso de formación de radicales y terminaciones debidas a la acción de un antioxidante.

hiproperóxidos (ROOH) y productos de degradación, como malonildialdehído.

Los ácidos grasos poliinsaturados, por su propia estructura de tipo divinilmetano, presentan menos estabilidad en los grupos metilénicos situados entre dobles enlaces no adyacentes (dienos no saturados), lo que favorece el inicio del proceso de liberación de radicales. Este proceso no se produce o resulta desdeñable en los ácidos grasos saturados, es relativamente lento en los ácidos grasos monoinsaturados y tiene lugar con tanta mayor rapidez cuanto mayor es el número de dobles enlaces de la cadena del ácido graso poliinsaturado. De hecho, la velocidad de peroxidación aumenta de los saturados a los monoinsaturados, diinsaturados, triinsaturados y tetrainsaturados en proporción 0:0,025:1:2:4. El ácido araquidónico (20:4w6) es, pues, 160 veces más sensible a la peroxidación que el ácido oleico (18:1w9).

Nuestra vida aerobia, basada en la transferencia de electrones desde los sustratos al oxígeno, produce inevitablemente radicales libres y, por tanto, cuanto mayor sea el número de ácidos poliinsaturados en las membranas celulares y en las lipoproteínas, mayores serán las probabilidades de que se formen hidroperóxidos, compuestos que pueden ser considerados como el producto terminal de la peroxidación y, al mismo tiempo, un producto inicial para la peroxidación, ya que su degradación producirá nuevos radicales.

TEORÍA DE LOS RADICALES LIBRES EN EL ENVEJECIMIENTO

Según la teoría de la peroxidación de los radicales libres, el envejecimiento y la muerte serían tan sólo la consecuencia del estrés oxidativo mediado por los radicales libres; el envejecimiento empezaría en el mismo momento de nacer y constituiría el resultado de los daños celulares sufridos por el organismo a lo largo de toda la vida, por obra de los productos intermedios del oxígeno.

De lo anteriormente expuesto puede deducirse[3] que: 1) las reacciones que producen radicales libres forman parte del metabolismo normal; 2) los radicales libres pueden acumularse por aumento de su producción, por descenso de su destrucción o por aparición de reacciones en cadena autoalimentadas; 3) las variaciones de la sensibilidad a los radicales libres de los distintos individuos dependen de su herencia genética y de las influencias ambientales; 4) al envejecer, los radicales libres se acumulan y contribuyen al deterioro funcional y a la mayor incidencia de enfermedades.

En especial, los radicales libres pueden provocar lesiones bien a nivel de los fosfolípidos de membrana (con formación de peróxidos de los ácidos grasos poliinsaturados y alteración de la actividad funcional), bien a nivel del DNA (con errores de transcripción y traducción del código genético).

ENVEJECIMIENTO CEREBRAL

En el sistema nervioso central, la presencia de grandes cantidades de ácidos grasos poliinsaturados constituye un requisito fundamental para el funcionamiento de las neuronas. Considerando que el cerebro, cuyo peso equivale casi al 2 % de toda la masa corporal, consume casi el 20 % del oxígeno total consumido por el organismo, puede entenderse que este órgano sea particularmente sensible a los riesgos de la peroxidación.

En el cerebro del anciano encontramos, de hecho, numerosos depósitos de lipofuscina, pigmento que constituye una mezcla heterogénea de proteínas oxidadas y de lípidos formando agregados en los que participan enlaces hidrófobos o enlaces covalentes[4] y que ha sido puesto en relación con una menor capacidad reparativa del DNA[5]. Además, en el sistema nervioso, la interacción intraneuronal y entre neuronas tiene una gran importancia.

La transmisión de los mensajes parece producirse a través de la activación de fenómenos bioquímicos intramembranosos en los que participan fosfolípidos de membrana específicos y, por tanto, la integridad fundamental de la membrana resulta fundamental para la correcta elaboración de dichos mensajes y para la actividad completa que aquélla consigue[6]. Puesto que el estado fisico-químico de la membrana es el que condiciona su permeabilidad, la actividad enzimática y la funcionalidad de los receptores de los que dependen las interacciones neuronales, las modificaciones inducidas por la acumulación de peróxidos y la consiguiente reacción en cadena de los radicales libres pueden acele-

rar el proceso de envejecimiento. De hecho, es fácil suponer que, durante la ancianidad, pueden producirse mutaciones importantes de los mecanismos de la transmisión sináptica, sin olvidar que estas trasmisiones precisan no sólo la presencia de neurotrasmisores, sino también la integridad estructural de la membrana (figura 3)[7].

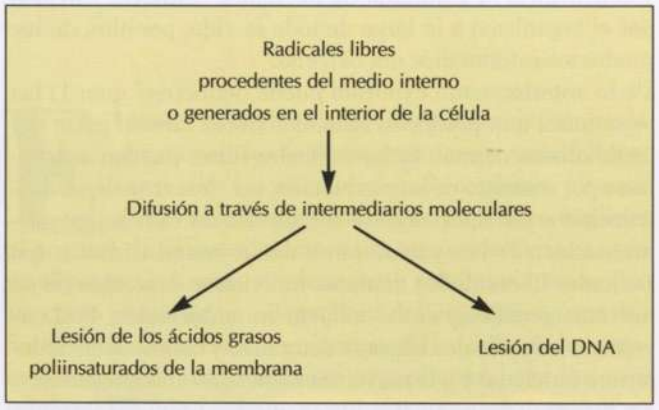


FIGURA 3. Daños provocados por los radicales libres.

CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS DIETÉTICAS

En la prevención de los fenómenos del envejecimiento, resulta importante disponer de un buen patrimonio antioxidante y reducir, a la vez, los sustratos peroxidables. A este respecto, no conviene olvidar que los lípidos poliinsaturados constituyen la diana fundamental de los radicales libres y que, por ello, es necesario efectuar una elección prudente de nuestras grasas alimenticias.

Es conocida la acción hipercolesterolemiante y aterógena de los ácidos grasos saturados, componentes fundamentales de las grasas animales. Su consumo resulta, por tanto, poco indicado, dados sus efectos negativos sobre el aparato circulatorio.

Los ácidos grasos poliinsaturados, que se encuentran en gran cantidad en los aceites de semillas, producen, por el contrario, un efecto hipocolesterolemiante, si bien su exceso plantea algunos problemas secundarios a su estructura fisico-química, ya que ésta los hace particularmente sensibles al ataque por los radicales libres de oxígeno. La adición de vitamina E a la dieta no siempre basta para prevenir el proceso peroxidativo; se ha demostrado también que el aumento de su aportación reduce los niveles de superóxido dismutasa[8]. A este respecto, el problema no consiste tanto en aumentar los antioxidantes (o, al menos, no en tanta medida) como en reducir el sustrato peroxidable.

Si admitimos que la autooxidación de los tejidos se incrementa en presencia de grandes cantidades de ácidos grasos poliinsaturados y que, a su vez, la degeneración ateromatosa de las arterias aumenta por efecto de los ácidos grasos saturados, hay que concluir que la solución puede hallarse en un mayor aporte de ácidos grasos monoinsaturados, que no son aterogénos y que son muy poco peroxidables.

La grasa más rica en ácidos grasos monoinsaturados es el aceite de oliva, y se ha demostrado, también de forma experimental[9], que su consumo es perfectamente compatible con una larga esperanza de vida. Por último, no debe olvidarse su riqueza antioxidante, compuesta por el α-tocoferol y por los complejos de sustancias fenólicas que actúan sinérgicamente para potenciar la acción antioxidante protectora.

BIBLIOGRAFÍA

Nutrición y valor biológico

ADLERCREUTZ, H.; HOCKERSTEDT, K.; BANNWART, C.; BLOIGU, S.; HAMALAINEN, E.; FOTSIS, T.; OLLUS, A. «Effect of dietary components, including lignans and phytoestrogens, on enterohepatic circulation and liver metabolism of oestrogens and on sex hormone binding globulin». J Steroid Biochem, vol 27; 4-6, pp.1135-1144. 1987.

ARAVANIS, C.; LOANNIDIS, P. J. «Nutritional factors and cardiovascular diseases in the Greek Islands Heart Study», en: *Lovenberg W, Yamori Y, eds. Nutritional Prevention of Cardiovascular Disease.* New York: Academis Press, pp.125-135. 1984.

CARROLL, M.; BRADEN, L.; BELL, J.; KALAMEGHAN, R. Fat and Cancer. Cancer 1986, 58:1818.

CORTESI, N.; FEDELI, E. «I composti polari di oli di oliva vergini». *Riv. Ital. Sost Grasse* 60, pp. 341. 1983.

«Euronut Seneca Investigators. Intake of energy and nutrients». *Eur. J. Clin. Nutr.*, 45, suppl 3, pp. 105-119. 1991.

FEDELI, E.; TESTOLIN, G. «Edible fats and oils», en: *The Mediterranean Diets in Health and Disease.* ed. Spiller, G. Health Research and studies Centre, Los Altos, California and Sphera Foundation: Van Nostrand Reinhold, New York, 1991.

FERRO LUZZI, A.; SETTE, S. «The mediterranean diet: an attempt to define its present and past composition». *Eur. J. Clin. Nutr.*, 43: suppl 2, pp. 13-29. 1991.

GARG, A.; BONANOME, A.; GRUNDY, S. M.; ZHANG, Z. J.; UNGER, R. H. «Comparison of a high-carbohydrate diet wit a high-monounsaturated-fat diet in patients with non-insulin-dependent diabetes mellitus». *New Engl. J. Med.*,319, pp. 829-834. 1988.

GRUNDY, S. M.; FLORENTIN, D.; NIX, D.; WHELAN, M. F. «Comparison of monounsaturated fatty acids and carbohydrates for reducing raised levels of plasma cholesterol in man». *Am. J. Clin. Nutr.*, 47; 6, pp. 965-969. 1988.

JAMES, W. P. T.; DUTHIE, G. G.; WAHLE, K.W.J. «The mediterranean diet: protective or simply non-toxic?» *Eur. J. Clin. Nutr.*, 43; supp. 2, pp. 31-41. 1989.

KAFATOS, A.; KOUROUMALIS, I.; VLACHONIKOLIS, I.; THEODOROU, C.; LABADARIOS, D. «Coronary heart disease risk-factor of the Cretan urban population in the 1980s». *Am. J. Clin. Nutr.*, 54, pp. 591-598. 1988.

KATAN, M. B.; ARAVANIS, C.; MENSINK, R. P. «Serum lipoproteins in Cretan boys and men consuming a high olive oil diet». (Abstract) CIRCULATION, 76, pp. 530. 1987.

KEYS, A. «Seven countries. A multivariate analysis of death and coronary heart disease». *Cambridge, Mass: Harvard University Press.* 1980.

KEYS, A.; ANDERSON, J. T.; GRANDE, F. «Serum cholesterol response to changes in the diet». *Metabolism*, 14, pp. 747. 1965.

KEYS, A.; MENOTTI, A.; KARVONEN, MJ.; ET AL. «The diet and 15 year death rate in the Seven Countries study». *Am. J. Epidemiol.*, 124, pp. 903-15. 1986.

KOURIS, A.; WAHLQVIST, M.; TRICHOPOULOU, A.; POLYCHRONOPOULOS, E. «Use of combined methodologies in assessing food beliefs and habits of elderly Greeks in Greece». *Food and Nutrition Bulletin*, 13, 2, pp. 50-64. 1991.

KROMHOUT, D.; BOSSCHIETER, E.B.; COULANDER, C. «The inverse relation between fish consumption and 20 year mortality from coronary heart disease». *New Engl. J. Med.*, 312, pp. 1.205-1.209. 1985.

LAVAL-JEANTET, A. M.; LAVAL-JEANTET, M.; BERGOT, C.; GOUSAUD, J. «Effects des lipides oléiques sur la croissance et la composition de l'os en nutrition expérimentale», en: *3rd International Congress on the Biological Value of Olive Oil, Canea, Crete* (Greece), 8-12 Sept., p. 309. 1980.

LISSNER, L.; LEVITSKY, D. A.; STRUPP, B. J.; ET AL. «Dietary fat and the regulation of energy intake in human subjects». *Am. J. Clin. Nutr.*, 46, pp. 886-892. 1987.

MATTSON, F. H.; GRUNDY, S. M. «Comparison of effects of dietary saturated, monounsaturated and polyunsaturated fatty acids on plasma lipids and lipoproteins in man». *J. Lipid. Res.*, 26, pp. 194-202. 1985.

MCDONALD, B. F.; GERRAD, J. M.; BRUCE, V. M.; CORNER, E. J. «Comparison of the effects of canola oil and sunflower oil on plasma lipids and lipoproteins and on in vivo thromboxane A2 and prostacyclin production in healthy young men». *Am. J. Clin. Nutr.*, 50, pp.1.382-1.388. 1990.

MENSINK, R. P.; KATAN, M. B. «Effect of a diet enriched with monounsaturated or polyunsaturated fatty acids on levels of low-density and high-density lipoprotein cholesterol in healthy women and men». *Engl. J. Med.*, 321; 7, pp. 436-441. 1989.

POWLES, J.; KTENAS, D.; SUTHERLAND, C.; HAGE, B. «Food habits in southern-european migrants: a case study of migrants from the Greek island of Levkada», en: *Food Habits in Australia. eds Truswell S, Wahlqvist M. Rene Gordon, Balwyn, Australia*, pp. 201-223.1988.

ROGERS, J. «What food is that and how healthy is it». *Weldon Pub.* Sydney, 1990.

SPILLER, G. A. «Physiologic effects of monounsaturated oils», en: *The Mediterranean Diets in Health and Disease*. ed. Spiller, G. Health Research and Studies Centre, Los Altos, California and Sphera Foundation: Van Nostrand Reinhold. New York, 1991.

TRICHOPOULOU, A. «Nutrition Policy in Greece». *Eur. J. Clin. Nutr.*, 43; suppl 2, pp. 79-82. 1989.

TRICHOPOULOU, A.; MOSSIALOS, E.; SKALCIDIS, J. «Mediterranean diet and cancer», en *Causation and Prevention of Human Cancer*. eds Hill M, Giacosa A. Kiuwer, Lancaster, 1990.

TRICHOPOULOU, A. «Mediterranean Diet, Disease and Nutrition Guidelines», en: *Public Education on Diet and Cancer*. eds Benito, E.; Giacosa, A.; Hill, M. J. Proceedings of the 9th Annual Symposium of the European Organization for Cooperation in Cancer Prevention Studies, Madrid, España, octubre 17-19, 1991.

TUYNS, A.; HAELTERMAN, M.; KAAKS, M. «Colorectal cancer and the intake of nutrients: oligosaccharides are a risk factor, fats are not. A case control study in Belgium». *Nutr. Cancer*, 10, pp. 81-196. 1987.

US International Life Sciences Institute Nutrition Foundation. Present Knowledge in Nutrition. ed. Brown Ml. 6th edition, Washington DC, 1990.

US National Research Council. «Diet and Health: Implications for Reducing Chronic Disease Risk». National Academy Press: Washington DC, 1989.

US Surgeon General's Report. Nutrition and Health. US Department of Health and Human Services. Public Health Service. DHHS (PHS) Publication No. 88-50210, Washington DC 2045402, US Government Printing Office, 1988.

VARELA, G. «Influence of household handling». *Bibliotheca Nutritio et Dieta*, 34, pp. 9-25, 1985.

VARELA, G, MOREIRAS-VARELA, O.; RUIZ-ROSO, B.; CONDE, R. «Influence of repeated fryings on the digestive utilization of various fats». *J. Sci. Food Agric*, 37, pp. 487-490. 1984.

WAHLQVIST, M. L.; KOURIS-BLAZOS, A. «Diet related disorders - state of play». *Food and Nutrition Policy, Department of Community Services and Health*, Canberra. Australia, 1991.

WAHLQVIST, M.; KOURIS-BLAZOS, A.; TRICHOPOULOS, A.; POLYCHRONOPOULOS, E. «The wisdom of the Greek cuisine and way of life». *Age and Nutrition*, vol. 1, pp. 163-173. 1990

WEISBURGER, J. «Nutritional approach to cancer prevention with emphasis on vitamins, antioxidants, and carotenoids». *Am. J. Clin. Nutr.*, 53, pp. 226S-237S. 1991.

YAMAMOTO, A.; HARA, H.; TAKA-ICHI, S.; WAKASUGI, J.; TOMIKAWA, M. «Studies on the mechanism of the antiatherogenic activity of probucol. Effect of probucol on foam cell formation from macrophages». *8th International Symposium on Atherosclerosis*, octubre, 9-13, p. 1048. Roma, 1988.

YOO, Y. L.; FEDELI, E.; NAWAR, W. W. «The volatile components produced from olive oil by heating». *Riv. Ital. Sost. Grasse* 65, p. 415. 1988.

Dieta y enfermedades cadiovasculares

AHA MEDICAL/SCIENTIFIC STATEMENT. «The cholesterol facts. Special report». *Circulation*, 81, p. 1.721. 1990.

KEYS, A.; MENOTTI, A.; KARVONEN, M. J.; ET AL. «The diet and 15 year death rate in the seven countries study». *AM. J. Epidemio.*,124, p. 903. 1986.

KUSHI, L. H.; LEW, R. A.; STARE, F. J.;, ET AL. «Diet and 20 year mortality from coronary heart disease. The Irland-Boston diet heart study». *N. Engl. J. Med.*, 312, p. 811. 1985.

LA ROSA, J.; CLEEMAN, J. I. «Cholesterol lowering as a treatment for established coronary heart disease». *Circulation*, 85, p. 1.229. 1992.

«Lipid Research Clinics Program: The Lipid research Clinics Coronary Primary Prevention Trial results». *JAMA*, 251, p. 351.1984.

Multiple risk factor intervention trial. *JAMA*, 248, p. 1465. 1982

STUDY GROUP, EUROPEAN ATHEROSCLEROSIS SOCIETY. «Strategies for the prevention of coronary heart disease: A policy statement of the European Atherosclerosis Society». *Euro Heart J*, 8, p. 77. 1987.

TREVISAN, M.; KROGH, V.; FREUDENHEIM, J.; ET AL. «The use of olive oil, butter and other vegetable oils and risk factors for coronary heart disease». *JAMA*, 263, p. 688. 1990.

Arteriosclerosis: oxidación de las grasas y arteriopatía coronaria.

BONANOME, A.; PAGNAN, A.; BIFFANTI, S.; OPPORTUNO, A.; SORGATO, F.; DORELLA, M.; MAJORINO, M.; URSINI, F. «Effect of dietary monounsaturated and plyunsaturated fatty acids on the susceptibility of plasma low density lipoproteins to oxidative modification». *Arterioscler. Thromb.*, 12, pp. 529-533. 1992.

CHISOLM, G. M. «Antioxidants and atherosclerosis: A current assessment». *Clin. Cardiol.*, 14 (2 Suppl 1), pp. 25-30. 1991.

PARTHASARATHY, S; STEINBERG, D.; WITZTU, J. L. «The role of oxidized low density lipoproteins in the pathogenesis of atherosclerosis». *Ann. Rev. Med.*, 43, pp.219-225. 1992.

SCHWARTZ, C. J.; VALENTE, A. J.; SPRAGUE, E. A.; KELLEY, J. L.; NEREM, R. M. «The pathogenesis of atherosclerosis». *Clin. Cardiol.*, 14 (2 Suppl 1), pp. 1-16. 1992.

STEINBERG, D. and Workshop Participants. «Antioxidants in the prevention of human atherosclerosis». *Circulation,* 6, pp. 2.337-2.344. 1992.

STEINBRECHER, U. P.; ZHANG, H.F.; LOUGHEED, M. «Role of oxidatively modified LDL in atherosclerosis». *Free Radic. Biol. Med.*, 9, pp.155-68. 1990.

YLA-HARTUALA, S. «Macrophages and oxidized low density lipoproteins in the pathogenesis of atherosclerosis». *Ann. Med.*, 23, pp. 561-567. 1991.

Dieta y arteriopatía periférica oclusiva: el papel de los ácidos grasos poliinsaturados, monoinsaturados y saturados

(1) ROSS, R. «The pathogenesis of atherosclerosis-an update». *N Engl. J. Med.*, 314, pp. 488-499. 1986.

(2) DOWIE, R. «General practitioners and consultants». *London: King Edward's Hospital Fund.*, 1983.

(3) HULL, F. M.; WESTERMAN, R. F. «Referral to medical out-patient departments at teaching hospitals in Birmingham and Amsterdam». *BMJ,* 293, pp. 311-314. 1986.

(4) FOWKES, F. G. R. «Aetiology of peripheral atherosclerosis. Smoking seems especially important». *BMJ,* 298, pp. 405-406. 1989.

(5) «The Pooling Project Research Group. Relationship of blood pressure, serum cholesterol, smoking habits, relative weight, and ECG abnormalities to incidence of major coronary events: final report of the pooling project». *J. Chronic. Dis.*, 31, pp. 201-306. 1978.

(6) «Consensus conference: lowering blood cholesterol to prevent heart disease». *JAMA,* 253, pp. 2.080-2.086. 1985.

(7) GORDON, T.; KAGAN, A.; GARCIA-PALMIERI, M.; ET AL.« Diet and its relation to coronary heart disease and death in three populations». *Circulation,* 63, pp. 500-515. 1981.

(8) SHEKELLE, R. B.; SHRYOCK, A. M.; PAUL, O.; ET AL. «Diet, serum cholesterol, and death from coronary heart disease». *N. Engl. J. Med.*, 304, pp. 65-75. 1981.

(9) ARNTZENIUS, A. C.; KROMHOUT, D.; BARTH, J. D.; ET AL. «Diet, lipoproteins, and the progression of coronary atherosclerosis». *N. Engl. J. Med.*, 312, pp. 805-811. 1985.

(10) KUSHI, L. H.; LEW, R. A.; STARE, F. J.; ET AL. «Diet and 20-year mortality from coronary heart disease». *N. Engl. J. Med.*, 312, pp. 811-818. 1985.

(11) AHRENS, E. H. «The diet-heart question in 1985: has it really been settled?» *Lancet,* 1, pp. 1.085-1.087. 1985.

(12) BLANKENHORN D. H. «Two new diet-heart studies». *N. Engl. J. Med.*, 312, pp. 851-852. 1985.

(13) KROMHOUT, D.; BOSSCHIETER, E. B.; COULANDER, C. L. «The inverse relation between fish consumption and 20 year mortality from coronary heart disease». *N. Engl. J. Med.*, 312, pp. 1.205-1.209. 1985.

(14) KEYS A. «Seven countries. A multivariate analysis of death and coronary heart disease». pp. 248-262. Harvard University Press. Cambridge, *MA.* 1980.

(15) World Health Organization. *World health statistics.* Vol I. WHO. Ginebra. 1983.

(16) SKALKIDIS Y, KATSOUYANNI K, PETRIDOU E, ET AL. «Risk factors of peripheral arterial occlusive disease: a case-control study in Greece». *Int. J. Epidemiol.*, 18, pp. 614-618. 1989.

(17) GRAHAM, S.; DAYAL, H.; SWANSON, M.; ET AL. «Diet in the epidemiology of cancer of the colon and rectum». *J. Natl. Cancer Inst.*, 61, pp. 709-714. 1978.

(18) DALES, L. G.; FRIEDMAN, G. D.; URY H, K.; ET AL. «A case-control study of relationships of diet and other traits to colorectal cancer in American blacks». *Am. J. Epidemiol.* 109, pp. 132-144. 1979.

(19) TRICHOPOULOS, D.; OURANOS, G.; DAY, M. E.; ET AL. «Diet and cancer of the stomach: a case-control study in Greece». *Int. J. Cancer.* 36, pp. 291-297. 1985.

(20) POLYCHRONOPOULOU-TRICHOPOULOU, A. *Composition of Greek foods and recipes.* Parisianos. Atenas. 1989.

(21) WILLETT, W.; STAMPFER. M. J. «Total energy intake: implications for epidemiologic analyses». *Am. J. Epidemiol.*, 124, pp. 17-27. 1986.

(22) WILLETT, W. *Nutritional epidemiology*. Oxford University Press. Nueva York. 1990.

(23) ROTHMAN, K. J. «Modern epidemiology». *Little, Brown & Company.* Boston, MA. 1986.

(24) SHEKELLE, R. B.; STAMLER, J. «Dietary cholesterol and ischaemic heart disease». *Lancet,* 1, pp. 1.177-1.179. 1989.

(25) PRYOR, W. A. *Free radicals in biology*, pp. 225-275. Academic Press. Nueva York, 1976.

(26) STEINBERG, D.; PARTHASARATHY, S.; CAREW, T. E.; ET AL. «Modification of low-density lipoprotein that increase its atherogenicity». *N. Engl. J. Med.*, 320, pp. 915-924. 1989.

(27) RAMIREZ, J.; FLOWERS, N. C. «Leukocyte ascorbic acid and its relationship to coronary artery disease in man». *Am. J. Clin. Nutr.*, 33, pp. 2.079-2.087. 1980.

(28) CHRISTAKIS, G.; FORDYCE, M. K.; KURTZ, C. S. «The biological and medical aspects of olive oil». International Olive Oil Council. 1982.

(29) Mattson, F. H.; Grundy, S. M. «Comparison of effects of dietary saturated, monounsaturated, and polyunsaturated fatty acids on plasma lipids and lipoproteins in man». *J. Lipid. Res.*, 26, pp. 194-202. 1985.

Los ácidos grasos mono-eno en la prevención de la dislipoproteinemia y de la arterosclerosis

(1) KEYS, A.; ANDERSON, J. T.; GRANDE. F. «Prediction of serum cholesterol responses of man to changes in fat in the diet». *Lancet*, 2, pp. 959-966.1957.

(2) KEYS, A.; ANDERSON, J. T.; GRANDE. F. «Serum cholesterol response to changes in the diet. Iodine value of dietary fat versus 2S-P». *Metabolism*, 14, pp. 747-758. 1965.

(3) HEGSTED, D. M.; MCGANDY, R. B.; MYERS, M. L.; STARE, F. J. «Quantitative effects of dietary fat on serum cholesterol in man». *Am. J. Clin. Nutr.*, 17, pp. 281-295. 1965.

(4) N.I.H. «Consensus Development Conference. Lowering blood cholesterol to prevent heart disease». *JAMA*, 253, p. 2.080-2.086. 1985.

(5) «Recommendations of the European Atherosclerosis Society prepared by the International Task Force for Prevention of Coronary Heart Disease. Prevention of Coronary Heart Disease: Scientific Background and New Clinical Guidelines.» *Nutr. Metab. Cardiovasc. Dis.*, 2, pp. 113-156. 1992.

(6) GRUNDY, S. M. «Comparison of monounsaturated fatty acids and carbohydrates for lowering plasma cholesterol». *N. Eng. J. Med.*, 314, pp. 745-748. 1986.

(7) SCHAEFER, E. J.; LEVY, R. I.; ERNST, N. D.; ET AL. «The effects of low cholesterol, high polyunsaturated fat, and low fat diets on plasma lipid and lipoprotein cholesterol levels in normal and hypercholesterolemic subjects». *Am. J. Clin. Nutr.*, 34, pp. 1.758-1.763. 1981.

(8) MATTSON, F. H.; GRUNDY, S. M. «Comparison of effects of dietary saturated, monounsaturated, and polyunsaturated fatty acids on plasma lipids and lipoproteins in man». *J. Lipid. Res.*, 25, pp. 194-202. 1985.

(9) CARMENA, R. «Monounsaturated fatty acids: a critical appraisal. Atherosclerosis VIII. G. CREPALDI ET AL», *eds. Elsevier Sci. Publish*, pp. 679-682. 1989.

(10) PARTHASARATHY, S.; KHOO, JC.; MILLER, E.; BARNETT, J.; WITZTUM, J. L.; STEINBERG, D. «Low density lipoprotein rich in oleic acid is protected against oxidative modification: Implications for dietary prevention of atherosclerosis». *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 87, pp. 3.894-3.898. 1990.

(11) KANNEL, W. B.; CASTELLI, W. P.; GORDON, T. «Cholesterol in the prediction of atherosclerotic disease». *Ann. Intern. Med.*, 90, pp. 85-91. 1979.

(12) KEYS, A. «Seven Countries. A Multivariate Analysis of death and coronary Heart Disease». *Harvard University Press. Cambridge, Mass, USA*. 1980.

(13) SCHLIERT, G.; NIKOLAUS, TH.; STIEHL, A.; ET AL. «The effect of a lipid-lowering diet on biliary and plasma lipids in healthy subjects». *Report to I.O.O.C. Brussels*. 1979.

(14) MENSINK, R. P.; KATAN, M. B. «Effect of monounsaturated fatty acids versus complex carbohydrates on high-density lipoproteins in healthy men and women». *Lancet*, 1, pp. 122-125. 1987.

(15) MENSINK, R. P.; KATAN, M. B. «Effect of a diet enriched with monounsaturated or polyunsaturated fatty acid on levels of low-density and high-density lipoprotein cholesterol in healthy women and men». *N. Engl. J. Med.*, 321, pp. 436-441. 1989.

(16) IACONO, J. M.; DOUGHERTY, R. M. «Lack of effect of linoleic acid on the high-density-lipoprotein cholesterol fraction of plasma lipoproteins». *Am. J. Clin. Nutr.*, 53, pp. 660-664. 1991.

(17) JACOTOT, B.; BAUDET, M. F.; CASSERRE, M.; ET AL. «Olive Oil and the lipoprotein metabolism». *Rev. Franc. Corps. Gras.*, 35, pp. 51-56. 1988.

(18) CARMENA, R.; DE OYA, M.; ASCASO, J. F. «Monounsaturated fatty acids in the diet and plasma lipoproteins. Proceedings Drugs Affecting Lipid Metabolism» *X. AM. Gotto Jr. & L. C. Smith, eds. Elsevier*, pp. 249-252. 1991.

(19) GINSBERG, H. N.; BARR, S.L.; GILBERT, A. «Reduction of plasma cholesterol levels in normal men on an AHA step I diet or a step I diet with added monounsaturated fat». *N. Eng. J. Med.*, 322, pp. 574-579. 1990.

(20) GRUNDY, S. M. «Transmonounsaturated fatty acids and serum cholesterol levels». *N. Eng. J. Med.*, 323, pp. 480-481. 1990.

(21) MENSINK, R. P.; KATAN, M. B. «Effect of dietary trans fatty acids on high-density and low-density lipoprotein cholesterol levels in healthy subjects». *N. Eng. J. Med.*, 323, pp. 439-445. 1990.

(22) ANDERSON, J. T.; GRANDE, F.; KEYS, A. «Hydrogenated fats in the diet and lipids in the serum of man». *J. Nutr.*, 75, pp. 388-394. 1961.

(23) MATTSON, F. H.; HOLLENBACH, E. J.; KLIGMAN, A. M. «Effect of hydrogenated fat on the plasma cholesterol and triglyceride levels on man». *Am. J. Clin. Nutr.*, 28, pp. 726-731. 1975.

(24) REEVES, R. M. «Effect of dietary trans fatty acids on cholesterol levels». *N. Engl. J. Med.*, 324 pp. 338-339. 1991.

(25) HABERLAND, M. E.; FONG, D.; CHENG, L. «Malondialdehyde-altered protein occurs in atheroma of Watanabe Heritable Hyperlipidemic rabbits». *Science*, 241, pp. 215-218. 1988.

(26) STEINBERG, D.; PARTHASARATHY, S.; CAREW, T. E.; KHOO, J. C.; WITZTUM, J. L. «Beyond cholesterol. Modifications of low-density lipoprotein that increase its atherogenicity». *N. Engl. J. Med.*, 320, pp. 915-924. 1989.

(27) LUC, G.; FRUCHART, J. C. «Oxidation of lipoproteins and atherosclerosis». *Am. J. Clin. Nutr.*, 53, pp. 206S-209S. 1991.

(28) BERRY, E. M.; EISEMBERG S, HARATZ D, FRIEDLANDER Y. «Effects of diets rich in monounsaturated fatty acids on plasma lipoproteins. The Jerusalem Nutrition Study: high MUFA's vs. high PUFA's». *Am. J. Clin. Nutr.*, 53, pp. 899-907. 1991.

Nutrición y fritura de los alimentos

MOREIRAS-VARELA, O. «The Mediterranean diet in Spain». *Eur. J. Clin. Nutr.*, 43 suppl. 2, pp. 83-87. 1989.

VARELA, G.; MOREIRAS-VARELA, O.; RUIZ-ROSO, B. «Utilización de algunos aceites en frituras repetidas. Cambios en las grasas y análisis sensorial de los alimentos fritos». *Grasas y Aceites*, 34, pp. 101-107. 1983.

VARELA, G.; MOREIRAS-VARELA, O.; RUIZ-ROSO, B.; CONDE, R. «Influence of repeated fryings on the digestive utilization of various fats». *J. Sci. Food Agric.*, 37, pp. 487-390. 1986.

VARELA, G. «Rôle de l'huile d'olive dans la préparation des aliments». *Rev. Franç. Corp. Gras*, 35, pp. 215-222. 1988.

VARELA, G.; BENDER, A. E.; MORTON, I. D. (eds.). «Frying of food. Principals, changes, new approaches». *Chichester, UK: Ellis Horwood Ltd.* 1988.

VARELA, G.; PÉREZ, M.; RUIZ-ROSO, B. «Changes in the quantitative and qualitative composition of fat from fish, due to seasonality and industrial and culinary processing». *Bibl. Nutr. Dieta*, 46, pp. 104-109. 1990.

VARELA, G.; MOREIRAS, O. «Mediterranean diet». *Cardiovascular risk factor*, 1, pp. 313-321. 1991.

VARELA, G.; RUIZ-ROSO, B. «Some Effects of Deep Frying on Dietary Fat Intake». *Nutrition Reviews*, 50, pp. 256-262. 1992.

La dieta mediterránea: el empleo del aceite de oliva en la dieta del diabético

(1) American Diabetes Association. «Nutritional recommendations and principles for individuals with diabetes mellitus: 1986». *Diabetes Care*, 10, pp.126-132. 1987.

(2) National Institutes of Health. «Consensus development conference on diet and exercise in non-insulin-dependent diabetes mellitus». *Diabets Care*, 10, pp. 639-644. 1987.

(3) GARG, A.; BONANOME, A.; GRUNDY, S. M.; ZHANG, Z. J.; UNGER, R, H. «Comparison of a high-carbohydrate diet with a high-monounsaturated-fat diet in patients with non-insulin-dependent diabetes mellitus». *N. Engl. J. Med.*, 391, pp. 829-834. 1988.

(4) GARG, A.; GRUNDY, S. M.; UNGER, R. H. «Comparison of effects of high and low carbohydrate diets on plasma lipoproteins and insulin sensitivity in patients with mild NIDDM». *Diabetes*, 41, pp. 1.278-1.285. 1992.

(5) GARG, A.; GRUNDY, S. M.; KOFFLER. M. «Effect of high carbohydrate intake on hyperglycemia, islet function, and plasma lipoproteins in NIDDM». *Diabetes Care*, 15. pp. 1.572-1.580. 1992.

(6) RIVELLESE, A. A.; GIACCO, R.; GENOVESE, S.; ET AL. «Effects of changing amount of carbohydrate in diet on plasma lipoproteins and apolipoproteins in type II diabetic patients». *Diabetes Care*, 13. pp. 446-448. 1990.

(7) BONANOME, A.; VISONA, A.; LUSIANI, L.; ET AL. «Carbohydrate and lipid metabolism in patients with non-insulin-dependent diabetes mellitus: effects of a low-fat, high-carbohydrate diet vs a diet high in monounsaturated fatty acids». *Am. J. Clin. Nutr.*, 54, pp. 586-590. 1991.

(8) PARILLO, M.; RIVELLESE, A. A.; CIARDULLO, A. V.; ET AL. «A high-monounsaturated-fat/low-carbohydrate diet improves peripheral insulin sensitivity in non-insulin-dependent diabetic patients». Metabolism, 41, pp. 1.373-1.378. 1992.

(9) GARG, A.; BANTLE, J. P.; HENRY, R. R.; ET AL. «Effects of varying carbohydrate content of diet in patients with non-insulin-dependent diabetes mellitus». *JAMA*, 271, pp. 1.421-1.428. 1994.

(10) PERROTTI, N.; SANTARO, D.; GENOVESE, S.; GIACCO, A.; RIVELLESE, A.; RICCARDI, G. «Effect of digestible carbohydrates on glucose control in insulin-dependent diabetic patients». *Diabetes Care*, 7, pp. 354-359. 1984.

(11) American Diabetes Association. Position statement: nutritional recommendations and principales for people with diabetes mellitus. *Diabetes Care*, 17, pp. 519-522. 1994.

Lípidos alimenticios y envejecimiento

(1) ORGEL L. EL. Proc. *Natl. Acad. Sci.*, 49, p. 517. 1963.

(2) HARMAN, D. Proc. *Natl. Acad. Sci.*, 78, p. 7.124. 1981.

(3) TIMIRAS, P. S. *Fed. Med.*, 5, p. 900. 1985.

(4) DAVIES, K. J. A. *Congr. Int. sui* «Meccanismi molecolari dell'invecchiamento. Ruolo dei lipidi alimentari», p. 55. Lucca, 27-28 maggio 1988.

(5) CLAUSEN, J. *Acta Neurol. Scand.*, 70, p. 345, 1984.

(6) TOFFANO, G.; CALDERINI, G. *FIDIA Biomedical Information*, 2, p. 3. 1984.

(7) SENIN, V.; PARNETTI, L.; GAITI, A. *TB Today*, 15 (Suppl. n. 1), p. 10. 1988.

(8) CUTLER, R. G. «Free Radical in Molecolar Biology, Aging and Disease». *Ed. by Armstrong D. et al., Raven Press.* New York, 1984.

(9) HARMAN, D. *1º Congr. Intern. sul Valore Biologico dell'Olio di Oliva*, p. 190, Lucca, 6-8 oct., Edizione Minerva Medica, Torino. 1969.

Capítulo 10

ASPECTOS ECONÓMICOS Y POLÍTICA COMERCIAL

Coordinación:
Prof. Carlos Tió Saralegui
Ingeniero Agrónomo
E.T.S. Ingenieros Agrónomos Ciudad Universitaria
Secretario General de Estructuras Agrarias
Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación
Madrid (España)

Colaboradores:
Sr. Mahmoud Allaya
Administrateur Principal
Institut Agronomique Méditerranéen de Montpellier
Montpellier (Francia)

Prof. Massimo Bartolelli
TECNAGRO
Roma (Italia)

Dr. Giorgio Cilenti
Direttore Generale
Associazione Italiana dell'Industria Olearia ASSITOL
Roma (Italia)

Sr. David J. Daniels
Manager of California Olive Committee
Fresno, CA (Estados Unidos)

Dr. Alloum Djaffeur
El Biar (Argelia)

Sr. Juan Vicente Gómez Moya
Director
Asociación Española de la Industria y Comercio Exportador de Aceite de Oliva (ASOLIVA)
Madrid (España)

Prof. Giovanni Grittani
Direttore
Istituto di Estimo e Pianificazione Rurale
Università degli Studi di Bari
Bari (Italia)

Dr. Bonaventura Pacileo
Presidente
ASPRO (Associazione Produttori Olivicoli)
Catanzaro (Italia)

Sr. C. L. Papageorgiou
Agricultural University of Athens
Department of Agricultural Economics
Atenas (Grecia)

Prof. José Luis Ramírez Sádaba
Departamento de Ciencias Históricas
Facultad de Filosofía y Letras
Universidad de Cantabria
Santander (España)

Sr. Richard Sullivan
President
North American Olive Oil Association
Matawan, NJ (Estados Unidos)

ASPECTOS ECONÓMICOS Y POLÍTICA COMERCIAL

CARLOS TIÓ

ECONOMÍA DEL ACEITE DE OLIVA EN EL MERCADO DE LAS GRASAS

El aceite de oliva es un producto con una economía singular. Al ser una grasa noble, con un mercado segmentado del resto de productos similares del sector de los aceites líquidos y otras materias grasas, puede disponer de una clientela fiel, particularmente en los países y las regiones productores, donde se saben apreciar sus cualidades diferenciales. Ello le permite cotizarse a precios bastante superiores a los de otros aceites vegetales.

Lo dicho anteriormente no debe ocultar el hecho de que existen otros muchos aceites vegetales y materias grasas sólidas que satisfacen la demanda de este tipo de productos en amplias zonas del mundo y segmentos del mercado, donde el aceite de oliva, o bien es desconocido, o bien no es la grasa elegida por la mayoría de los consumidores, debido a razones de tradición cultural, precio, gustos o insuficiente nivel de abastecimiento. Por tanto, es importante situar la economía del aceite de oliva en el contexto general de las materias grasas, antes de analizar en profundidad su propia realidad específica. Hay que saber que el aceite de oliva sólo representa entre el 3,2 y el 3,3 % de la producción y del consumo mundial de aceites vegetales comestibles.

Tanto la producción como el consumo de aceite de oliva se concentran en gran medida en la Unión Europea, particularmente en Italia, España, Grecia y Portugal, aunque Francia mantiene también una pequeña producción. Pero el olivar y el aceite de oliva son igualmente básicos en la agricultura de toda la cuenca mediterránea, de modo que Túnez, Turquía, Siria y Marruecos también son productores y consumidores de notable importancia.

Fuera de la zona mediterránea, las producciones son ya más localizadas y los consumos más reducidos, aunque mercados como los de Estados Unidos, Australia y Canadá se han desarrollado de un modo notable. No obstante, el aceite de oliva es conocido y consumido en todos los lugares del mundo, aunque sea en pequeñas cantidades y en fracciones de mercado con características muy definidas, predominando su consumo en grupos sociales de renta elevada, entre profesionales, aficionados a la cocina mediterránea, grupos étnicos de origen mediterráneo y personas preocupadas por la dietética o por la salud.

El pequeño pero sólido «nicho» del mercado mundial de aceites de que disfruta el aceite de oliva se justifica, sin duda, por sus características propias. Pero el papel que tienen en el mundo otros aceites y grasas se explica básicamente por dos razones: sus bajos precios y su utilidad en la producción de residuos sólidos, con alto contenido proteico, básicos en la alimentación animal.

Dos tipos de aceites son hoy día utilizados de modo masivo en el mundo: los de semillas y los tropicales (palma y láuricos). Los aceites de semillas oleaginosas no sólo tienen un consumo directo, sino que se utilizan también en grandes cantidades en industria, sea esta alimentaria o no. Pero la extensa demanda de las semillas oleaginosas en todos los lugares del mundo se explica más por las utilizaciones de las harinas y turtós que resultan de su molturación. Estos productos proteicos son básicos en la alimentación de la ganadería intensiva. Su utilización generalizada ha permitido el desarrollo de las producciones de carnes de aves, de cerdo, e incluso la de leche y otras producciones ganaderas, a precios muy competitivos.

La producción conjunta de aceites vegetales y harinas oleaginosas permite asignar precios muy bajos a los aceites que, en muchas circunstancias, son realmente el residuo de la obtención de la materia proteica.

En el bajo precio de los aceites de semillas oleaginosas también inciden aspectos agronómicos de estos cultivos. La soja, el girasol, la colza, etc., son cultivos de siembra anual de exigencias culturales reducidas dentro de sus zonas óptimas de cultivo, con recolección mecanizable sin ningún problema y, por tanto, con escasos costes.

Los aceites de semillas, al no obtenerse de un fruto como es la aceituna, conservan olores y sabores desagradables procedentes de la semilla de origen, así como una fuerte acidez, lo que obliga a neutralizarlos y volverlos insípidos, mediante la refinación del aceite bruto, para ser aptos para el consumo de boca, cosa que no ocurre con el aceite de oliva, que, como ya se ha visto, es el único aceite vegetal que podría considerarse como un zumo de fruta, al poder consumirse virgen. Ello no evita la necesidad de tener que refinar también los aceites de oliva de baja calidad.

Hay que señalar, además, el auge que han tenido en la última década los denominados aceites láuricos (copra, palmiste, coco) y el aceite de palma. Estos aceites han ocupado la franja de precios más bajos del mercado de los aceites vegetales, desplazando al aceite de soja de muchas

de las utilizaciones de carácter industrial, alimentario o no, de que disfrutó en las décadas de los años sesenta y setenta en la mayor parte de los países industrializados.

No obstante, conviene reseñar que el consumo humano y la utilización industrial de aceites y grasas tiene una importante componente cultural, que diversifica considerablemente la estructura de mercado en los diferentes países. Estas diferencias se justifican a veces por la existencia de una producción interna, caso del amplio consumo de aceite de oliva y de girasol en los países mediterráneos de la Unión Europea o de aceite de colza en el Reino Unido, Alemania, Países Bajos, Bélgica o Dinamarca. Es evidente el amplio consumo de sebos y mantecas que se registra tradicionalmente en las regiones y países ganaderos.

En otras ocasiones, el arraigo del consumo se debe a tradiciones nacionales que se han sabido mantener, caso de la mantequilla en Francia, mientras que otros muchos países, productores también de mantequilla, nunca desarrollaron una cocina tan amante de su empleo.

Las tradiciones comerciales, unidas al desarrollo de una potente ganadería industrial y de una industria alimentaria utilizadora, explican los elevados consumos de aceite de soja en países como Holanda, Bélgica y Dinamarca.

El hecho de que sigan vigentes tradiciones de la época colonial justifica incluso el consumo de aceite de cacahuete en Francia y Bélgica, en niveles *per cápita* muy superiores a los de otros países vecinos.

En otros casos, como el del aceite de germen de maíz en Italia, se han logrado consolidar mercados y utilizaciones, en base a una estrategia comercial y de marketing de gran éxito.

El gran número de productos y de intereses dentro del mercado mundial de los aceites, las grasas y sus materias primas genera múltiples interrelaciones y una compleja economía. De todo ello se deriva el elevado nivel de internacionalización de las principales empresas del sector, con un comercio muy amplio a lo largo y ancho del mundo. Téngase en cuenta que en el caso del aceite de palma, el comercio internacional llega a afectar al 80 % de toda la producción mundial.

De todo lo anterior también se deduce el papel central del sector de materias grasas dentro del debate general de la Política Agraria y comercial internacional, tanto en el contexto multilateral del GATT, y su heredera la Organización Internacional del Comercio, como en ámbitos regionales como el de la Unión Europea. No en balde, el denominado «panel de la soja» enfrentó comercialmente a Estados Unidos y a la UE durante décadas.

Las interrelaciones dentro del complejo de las materias grasas, se extienden mucho más allá de la pura y simple competencia por los mercados de consumo entre productos más o menos sustitutivos. El aceite de soja, el de girasol y el de colza, en ciertos submercados, pueden tener un grado de sustituibilidad mayor o menor, entre sí, y con el aceite de oliva.

Pero las interrelaciones son mucho más extensas, afectando a la sustituibilidad de cultivos en la agricultura de ciertas regiones, por ejemplo entre semillas oleaginosas y cereales o remolacha. Como consecuencia, una creciente demanda de carne de pollo o de cerdo puede llegar a impulsar el desarrollo del cultivo de semillas oleaginosas, en detrimento de otras producciones vegetales alternativas. Por el contrario, el deterioro de los precios y del mercado mundial de los cereales ha podido ser una de las causas de la expansión del cultivo de las semillas oleaginosas en países como Argentina.

En cualquier caso, la principal relación intersectorial en la economía de los países industrializados es la que se presenta entre los sectores ganaderos intensivos, con grandes necesidades en harinas proteicas, y el sector de aceites vegetales. El fuerte tirón de la demanda de carnes baratas deja en los mercados un excedente de aceites de semillas que, por un lado, permite una oferta a precios muy competitivos y, por otro lado, ha llegado a convertir a la Unión Europea, por ejemplo, en el primer exportador mundial de aceite de soja cuando, como es bien sabido, es un gran importador de haba de soja.

La complejidad del sector de aceites y grasas determina que muchos países lo consideren estratégico. La variedad de productos implicados y la diversidad en situaciones de abastecimiento genera dependencias e intereses muy poderosos. Téngase en cuenta que las producciones y las utilizaciones no se sitúan normalmente en las mismas zonas geográficas, y de ahí el intenso comercio que genera el sector.

Durante los años sesenta, el complejo de las grasas era liderado de un modo indiscutido por la soja, los intercambios se centraban principalmente entre países productores de soja y países industrializados no productores de soja, aunque existía un comercio tradicional entre antiguas metrópolis y colonias.

La situación actual ha ganado en complejidad. Algunos países fuertemente dependientes, caso de la Unión Europea, han desarrollado importantes producciones de girasol, colza e, incluso, soja. Manteniendo una notable dependencia de las importaciones de soja y productos derivados, el abastecimiento se ha diversificado.

Los aceites tropicales han ganado considerables cuotas del mercado en países industrializados, llegando a representar el 29,26 % del mercado comunitario de aceites comestibles en 1991 (aceites de palma, copra y palmiste). Ello ha convertido a los países asiáticos, principales exportadores de estos productos, en parte de los principales interlocutores en el mercado mundial de aceites.

Pero, por otro lado, otros muchos países han desarrollado una notable capacidad de producción de semillas oleaginosas, convirtiéndose en grandes exportadores, caso de Brasil, Argentina, y otros países de Hispanoamérica. También hay que esperar que los países del centro y este de Europa desarrollen de un modo notable estas producciones en el próximo futuro.

FIGURA 1
MERCADO MUNDIAL DEL ACEITE DE OLIVA (COI)
Precios internacionales

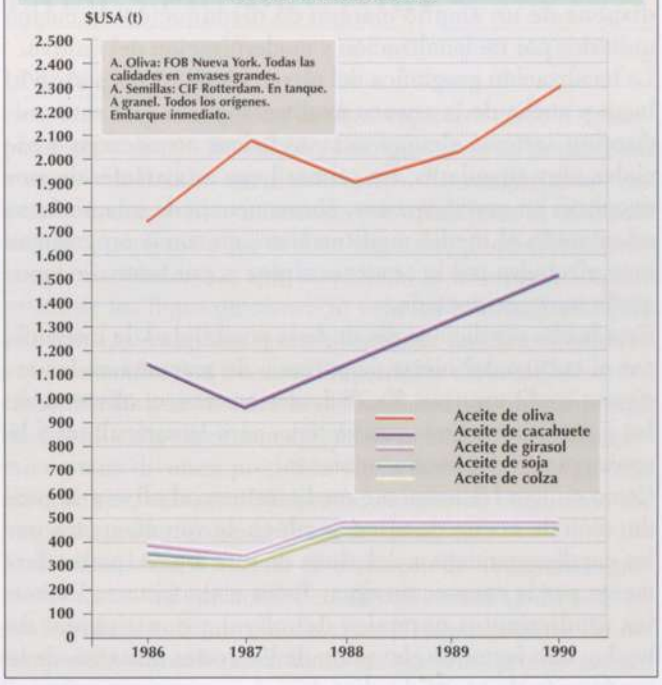
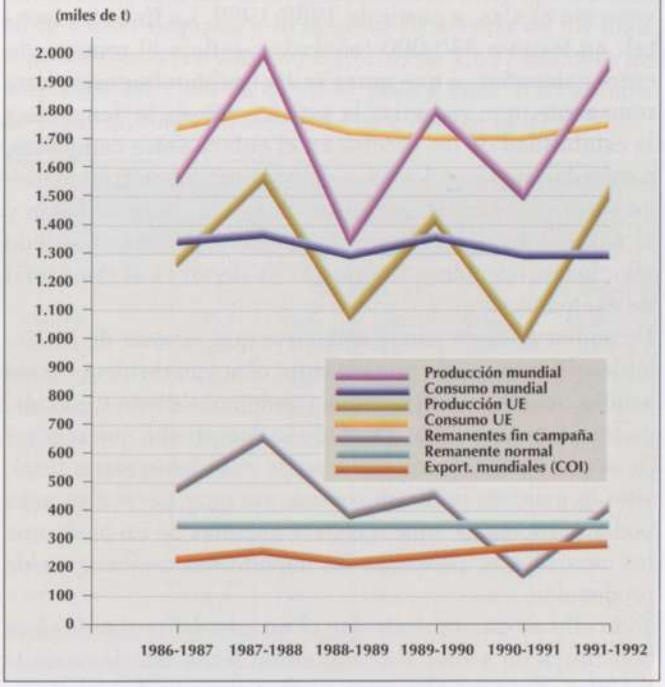


FIGURA 2
MERCADO MUNDIAL DEL ACEITE DE OLIVA (COI)



En definitiva, la economía del aceite de oliva, aunque con la singularidad que le confiere su indiscutible calidad diferencial, no puede ignorar plenamente la problemática y las interrelaciones que hoy día se registran en el mundo de los aceites vegetales. Si por un lado el aceite de oliva debe preservar sus mercados tradicionales, frente a la agresiva competencia de otros aceites más baratos, a la hora de intentar penetrar en nuevos mercados poco habituados al consumo de aceite de oliva, hay que conocer la economía de los aceites y grasas allí dominantes, para poder elaborar una adecuada estrategia.

En la figura 1, se refleja la evolución de los precios de los principales aceites comestibles. Pueden apreciarse las notables diferencias entre el precio del aceite de oliva y el de los aceites de semillas. La relación media de precios entre el de oliva y el de soja se ha elevado a 5, en el período 1986-1990.

El rendimiento del olivar suele ser muy irregular, dando origen a notables variaciones de producción, característica que es conocida bajo el nombre de «vecería del olivo». Por el contrario, el consumo suele ser muy estable. De ahí la necesidad del sector del aceite de oliva de contar con unas existencias de empalme entre campañas, o *stocks* de regulación que eviten que las oscilaciones de producción se traduzcan en fuertes variaciones en los precios que afectarían a la estabilidad de la demanda.

La tendencia al crecimiento de los precios mundiales a partir de 1986 refleja, entre otros hechos, la incorporación de España a la UE, con precios muy superiores a los que tenía este país anteriormente.

También puede apreciarse en la figura 1 la jerarquía tradicional de precios entre los distintos aceites de semillas oleaginosas. El aceite de cacahuete es el de precio superior, alejado en el gráfico del resto de los aceites de semillas. En el nivel inferior, pero guardando estrechamente las diferencias, se observa que el precio del aceite de girasol ha sido tradicionalmente superior al del aceite de soja, y éste, desde que la UE desarrolló sus producciones de colza, a lo largo de la década de los años ochenta, ha dejado el lugar del aceite de semillas más barato al de colza. Muy por debajo se situarían los precios de los aceites de palma, copra y palmiste, no reflejados en este gráfico.

En la figura 2, puede observarse la evolución de las producciones, el consumo, las exportaciones, el remanente de fin de campaña y el remanente normal en el mercado mundial del aceite de oliva. También se ha recogido la producción y el consumo de la UE, para que pueda apreciarse la importancia de esta región en el mercado mundial. Tanto en producción, como en consumo, la UE viene a representar aproximadamente el 75 % del mercado mundial.

En el mencionado gráfico, la UE aparece como un solo país, lo cual hace disminuir el comercio mundial, al no considerarse el intenso tráfico intracomunitario en aceite de oliva.

En el gráfico pueden apreciarse las fuertes oscilaciones de producción, tanto a nivel mundial como comunitario, que ya se han señalado anteriormente. El consumo, que parecía descender ligeramente a partir de 1987-1988, ha regis-

trado un punto de inflexión a partir de 1990-1991, recuperándose a nivel mundial.

También las exportaciones mundiales parecen estar suavemente al alza, a partir de 1988-1989. La línea horizontal, en torno a 330.000 toneladas, refleja el remanente entre campañas, a que antes se ha hecho referencia. Este remanente, que garantiza la satisfacción de la demanda y la estabilidad de los precios en el enlace entre campañas, particularmente en los años de baja producción, se obtiene sumando el *stock* inicial de campaña, la producción y el saldo neto del comercio exterior y restando, de todo ello, las utilizaciones interiores. Es decir, es el *stock* final de campaña.

De ambos gráficos puede deducirse que, a pesar de las notables diferencias de precios entre el aceite de oliva y otros aceites vegetales, el consumo puede considerarse estable, en términos generales. También se comprueba que el nivel de *stocks* no delata ningún tipo de excedente estructural, sino la existencia de un remanente muy necesario para poder gestionar el enlace entre campañas de un modo que los mercados no padezcan las importantes oscilaciones de producción.

Todo ello no quiere decir que el mundo del aceite de oliva constituya un sector sin problemas. Nada más lejos de la realidad. En primer lugar, la producción mundial de aceite de oliva debe enfrentarse con problemas tecnológicos, estructurales y sociales, que se manifiestan con diverso grado de intensidad según países y regiones.

En términos generales, puede decirse que, en la mayor parte de las regiones productoras, la mecanización de las principales labores olivareras, la poda y la recolección ha avanzado poco. Este hecho se traduce en una fuerte dependencia de la utilización estacional de mano de obra que, si bien confiere un gran carácter social al sector, como empleador de trabajo, también eleva notablemente los costes de producción.

La dependencia del uso intensivo del factor trabajo, en determinadas épocas del año, tiene efectos también sobre las migraciones estacionales en las zonas productoras de olivar. En algunos casos se han podido detectar, en algunas zonas de los países productores más industrializados, problemas de escasez de mano de obra para la recolección, problema que también se produce a veces, aunque en menor medida, en los otros países productores.

En la economía del aceite de oliva desempeña también un factor condicionante esencial el propio carácter botánico de este cultivo. Se trata de un cultivo arbustivo, como ya se ha visto, y por tanto perenne. Ello da carácter económico de inversión a la instalación de una plantación, muy al contrario que la simple operación de siembra anual en las semillas oleaginosas. De ahí se deriva, obviamente, el período improductivo del olivar en la primera fase de su vida, así como el ciclo productivo hasta su envejecimiento.

Todo lo anterior está en el origen del elevado coste de producción del aceite de oliva, que nunca podrá igualarse a los de otros aceites vegetales, aunque habitualmente se dispone de un amplio margen de disminución de costes unitarios por racionalización y modernización del cultivo.

La localización geográfica del olivar, en su mayor parte a lo largo y ancho de la cuenca mediterránea, le da a esta producción agrícola algunas características económicas y sociales muy singulares. En primer lugar su carácter de monocultivo en grandes zonas, consecuencia de una perfecta adaptación al medio mediterráneo, en zonas orográficas muy afectadas por la orogenia alpina y, por tanto, de topografía muy accidentada.

Este hecho condiciona sin duda la posibilidad de intensificar el cultivo del olivar de colina o de montaña en las regiones mediterráneas. En dichas comarcas, el olivar es de las pocas alternativas productivas para la agricultura y la conservación del medio ambiente.

Como cultivo básicamente mediterráneo, el olivo y la producción de aceite de oliva, también se ven afectados por los condicionamientos del clima de esta región, particularmente por la escasez de agua. Todos estos factores limitan los rendimientos normales del olivar y constituyen, de hecho, otro factor de elevación de los costes unitarios de la producción de aceite de oliva.

Otras tradicionales costumbres en las grandes zonas de monocultivo olivarero en las regiones mediterráneas, inciden de un modo singular en la economía del aceite de oliva. La zafra de la aceituna suele efectuarse masivamente, las almazaras, industria estacional y por tanto con costes muy elevados, ven llegar en pocos días grandes cantidades de aceitunas, sin contar muchas veces con una adecuada instalación para la recepción, almacenamiento y conservación del producto antes de la molienda.

De ahí el habitual «atrojamiento» de la aceituna, con las consecuencias sobradamente conocidas para la calidad, ya que la elevada acidez resultante debe ser corregida mediante refinación del aceite.

Por otra parte, el sector de transformación de semillas oleaginosas y su distribución suele tener un elevado índice de concentración empresarial. En los principales países europeos es un sector con mercados muy concentrados, con predominio de empresas multinacionales.

Por el contrario, el sector del aceite de oliva, salvo excepciones, está mucho más atomizado. Se trata de una economía que, en todos sus escalones productivos, está integrada en las estructuras sociales de las regiones productivas, dando lugar en la mayoría de los casos a empresas familiares, cooperativas y estructuras empresariales en cierto modo artesanales.

En los países mediterráneos, la importancia social y política del sector se une a la gran dependencia de mano de obra en la producción olivarera, que hace que la oleicultura sea una alternativa económica insustituible en dichas regiones, que suelen ser zonas desfavorables y con problemas de escasa industrialización.

LA ECONOMÍA DEL ACEITE DE OLIVA EN LOS PRINCIPALES PAÍSES PRODUCTORES

UNIÓN EUROPEA

Conviene recordar que los aceites vegetales no sólo se emplean para usos comestibles, sino que a veces se destinan a usos industriales no alimentarios. En ningún caso, los denominados aceites minerales son aptos para el consumo humano, pero entre los aceites vegetales pueden darse diversas circunstancias que complican la interpretación correcta de los flujos de comercio y de las utilizaciones. Ello se debe a que algunos aceites vegetales pueden destinarse a usos alimentarios o a usos industriales diversos.

Cabe añadir que incluso la utilización alimentaria puede llevarse a cabo directamente, como aceite, o bien incorporado a muy diversos productos de la industria alimentaria: margarinas, salsas, mahonesas, conservas vegetales, de pescado, productos de bollería, helados, etc.

Todo ello obliga a utilizar el concepto de «consumo aparente» de un tipo de aceite, en un país, como saldo neto de producciones, comercio exterior y remanente de fin de campaña, y considerando tanto las materias primas (semillas oleaginosas, por ejemplo), como los propios aceites, brutos o refinados.

El consumo aparente no permite deducir si un producto elaborado que contenga aceite ha sido consumido en el país de fabricación o ha sido exportado. Tampoco puede saberse habitualmente la fecha de venta o de consumo real, en el caso de los productos de la industria alimentaria de larga conservación.

Hechas estas observaciones previas, hay que resaltar que en el mercado de aceites vegetales comestibles de la UE se utilizan y consumen multitud de productos diversos, aunque destacan básicamente cinco aceites: soja, girasol, colza, palma y oliva, que representan, entre los cinco, más del 80 % del consumo aparente. Ninguno de ellos dispone de una cuota de mercado claramente dominante, oscilando éstas entre un mínimo de 13,9 % del aceite de oliva (incluido el aceite de orujo), hasta un máximo de 19,7 % del aceite de girasol, en 1991.

Esta situación se traduce en consumos *per cápita* que varían desde 5,3 kg/habitante y año en aceite de girasol, hasta 3,5 kg en aceite de oliva (3,8 kg incluido el aceite de orujo) aunque el reciente aumento del consumo de este aceite ha llevado este índice a 4 kg/habitante y año (4,33 kg si se incluye el aceite de orujo) en la campaña 1992-1993. El consumo medio *per cápita* de aceites vegetales fue de 27,2 kg/habitante y año, en 1991.

El total general del consumo aparente de aceites vegetales ha venido creciendo de modo regular en los últimos años, elevándose en un 20 % en el quinquenio 1987-1991. La progresión más espectacular ha correspondido al aceite de palma, cuya utilización ha aumentado en un 67 % en dicho período. También han sido intensos los aumentos en el consumo de aceite de girasol (+ 48 %) y de colza (+ 27 %). El aceite de soja ha visto estabilizado su nivel de consumo en la Unión Europea a lo largo de la década de los años ochenta. Desde un máximo histórico de 1.697 millones de toneladas, en 1980 en la CE-9, pasó a unas utilizaciones de 1.561 millones de toneladas en 1991, en la UE-12.

CUADRO 1
CONSUMO DE ACEITE DE OLIVA Y DE ORUJO DE ACEITUNA EN LA UE
Serie histórica (miles de toneladas)

	De oliva				De orujo
Campaña	UE-12	España	Italia	Grecia	UE-12
1985-1986	1.289	370	640	210	102
1986-1987	1.324	378	670	200	85
1987-1988	1.375	420	680	200	97
1988-1989	1.300	396	630	200	102
Promedio 1986-1989	1.322	392	655	203	97
1989-1990	1.300	388	626	205	96
1990-1991	1.211	394	540	200	96
1991-1992	1.360	430	630	195	107
1992-1993*	1.374	431	640	190	115
Promedio 1990-1993*	1.311	411	609	198	103

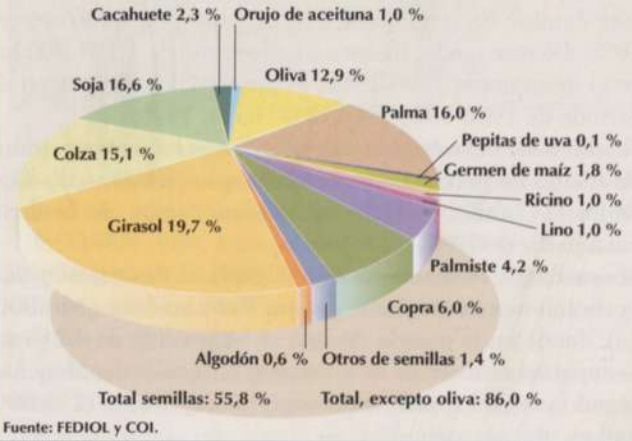
* Los datos correspondientes a 1992-1993 son provisionales.

Fuente: Consejo Oleícola Internacional.

En la evolución del consumo de aceite de oliva en la UE (figura 3) se observa una moderada estabilidad, con variaciones máximas de -8 % y + 4 %, respecto al valor medio de los dos cuatrienios. En los últimos años la tendencia es claramente al alza.

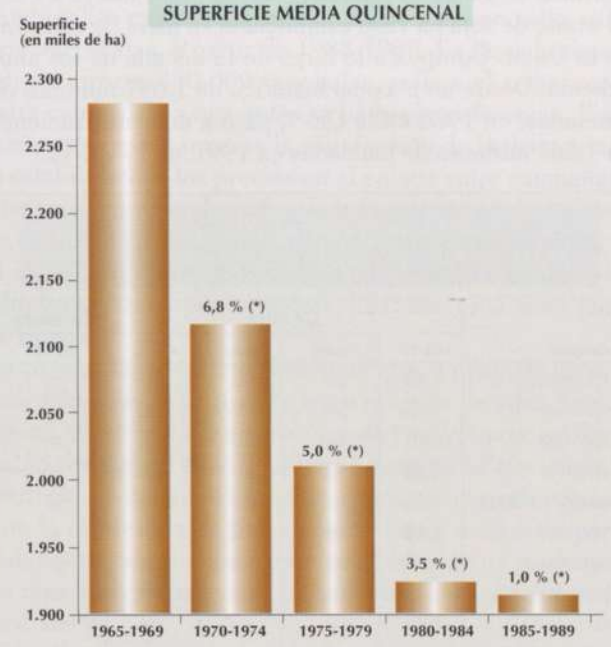
Por países, el consumo crece a muy buen ritmo en Francia, Portugal, Reino Unido y Alemania, y moderadamente en España. Desciende ligeramente en Grecia, mientras que sufre fuertes oscilaciones en Italia, donde, a pesar de todo, parece recuperarse el elevado nivel de consumo tradicional, en los últimos años.

FIGURA 3
PARTICIPACIÓN PORCENTUAL DE CADA TIPO DE ACEITE EN EL MERCADO EUROPEO (UE 12. 1991)



Fuente: FEDIOL y COI.

FIGURA 4
SUPERFICIE MEDIA QUINCENAL



(*) Disminución porcentual respecto al quinquenio anterior

Fuente: MAPA.

España

La superficie de olivar de molino en España parece encontrarse más o menos estabilizada en un valor ligeramente superior a 1,9 millones de hectáreas. Se trata del país con el mayor olivar del mundo, siendo a la vez, primer productor y primer exportador mundial. La tendencia histórica a la disminución de la superficie de olivar de almazara parece haberse suavizado a partir de la adhesión de este país a la UE En 1991 la superficie era ya de 1.944.000 ha. (figura 4).

Hay que reseñar además, que la evolución en los últimos años no ha sido de igual signo en todas las regiones productoras. De particular interés es la evolución en Andalucía, por representar el 60 % de la superficie y el 75 % de la producción de aceite de oliva en España. La evolución de la superficie andaluza de olivar de almazara registra este cambio de tendencia, con un punto de inflexión en 1985. De este modo, frente a un promedio de 1.124.000 ha en el quinquenio 1980-1984, se pasa a 1.140.000 ha en el período de 1985-1989 y 1.172.00 ha en 1990.

También en otras regiones tradicionalmente productoras de aceites de gran calidad, como Aragón (50.000 ha) y Cataluña (117.000 ha), se ha iniciado un cambio de tendencia a partir de 1987.

Sin embargo, se mantiene la tendencia al descenso de superficie en otras regiones, como Extremadura (168.000 ha), donde en la pasada década se ha perdido un 13 % de la superficie de olivar de almazara, o Castilla-La Mancha, segunda región española en superficie olivarera (271.000 ha).

Los rendimientos en aceituna han evolucionado al alza, en el conjunto del país, aunque todavía siguen siendo bajos. Puede estimarse que en veinte años, la productividad media se ha elevado desde 882 kg/ha en el promedio del quinquenio 1965-1969, hasta 1.328 kg/ha en el quinquenio 1985-1989, es decir en un 50 %.

También las producciones medias han crecido en los últimos años. En el quinquenio 1985-1989, la producción media ha superado por primera vez el medio millón de toneladas (514.000 toneladas) de aceite de oliva (cuadro 2).

CUADRO 2
PRODUCCIONES MEDIAS DE ACEITE DE OLIVA (toneladas)

1985/1986-1988/1989	505.000
1989/1990-1992/1993	601.000

Fuente: Consejo Oleícola Internacional.

Por lo que respecta al consumo de aceite de oliva, el promedio de 1989-1990-1992-1993 ha sido de 410.000 toneladas, aunque en los últimos años se ha elevado por encima de las 430.000 toneladas, que equivalen a 11 kg/habitante y año. Además, hay que considerar un consumo de unas 70.000 toneladas de aceite de orujo de aceituna.

El número de almazaras a lo largo y ancho del país es muy elevado, aunque mucho más reducido que en Italia. Mientras en Italia puede haber 8.000 almazaras, en España no superan las 2.500, siendo solo 2.000 las que pueden estar aún en funcionamiento.

La refinación del aceite de oliva se ha integrado, en un 80 % del volumen producido, en las empresas envasadoras. El envasado de aceite de oliva se lleva a cabo por 430 empresas.

El nivel de concentración del sector del aceite en España se manifiesta en el hecho de que las diez primeras empresas envasadoras de aceite de oliva en 1991 han representado una cuota del 66,5 % del mercado total del aceite de oliva. En el caso del aceite de girasol, la situación es muy similar, y la participación de las primeras diez empresas envasadoras de aceite de girasol alcanza una cuota de mercado del 63,6 % del total.

España ha sido tradicionalmente el primer exportador mundial de aceite de oliva. A partir de 1986 las exportaciones españolas han aumentado de un modo sostenido. El nivel de exportaciones en este sector es variable, dependiendo del nivel de cosecha en el país, pero también de las producciones anuales del principal comprador tradicional en España, que es Italia. El promedio de exportaciones en el período 1989/1990-1992/1993, se ha elevado a 233.000 toneladas

También cabe señalar que España ha iniciado, en los últimos años, sus importaciones de aceite de oliva que se elevaron a 34.000 toneladas de media en el período 1989/1990-1992/1993.

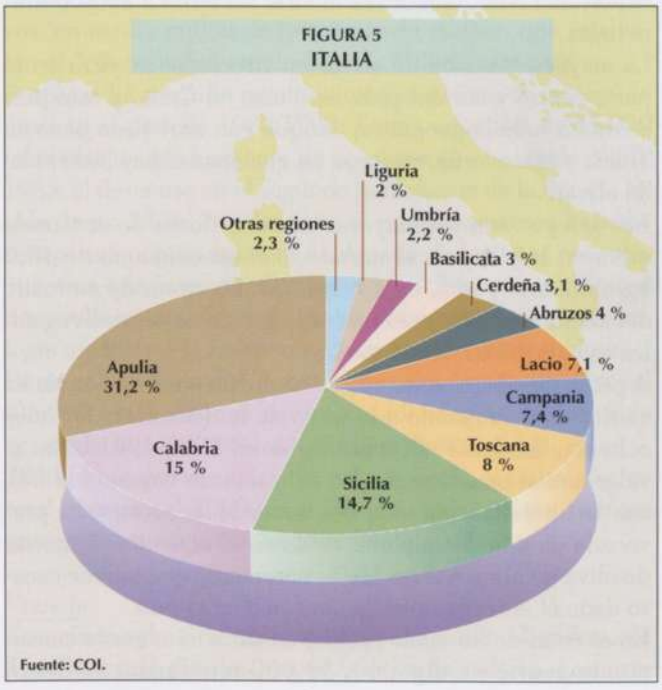
Al analizar el mercado de consumo de aceites vegetales en España, hay que tener en cuenta que el 1 de enero de 1991

experimentó un proceso singular de liberalización comercial, como consecuencia del tratado de adhesión a la UE.
Este hecho justifica que se adopte el promedio de 1990-1991 para analizar el consumo aparente de aceites vegetales, distintos del de oliva. En dicho período el consumo medio total de aceites fue de 1.112 millones de toneladas, y la cuota de mercado del aceite de oliva el 35,1 %, más un 3,5 % del aceite de orujo. El mercado español de consumo se lo reparten principalmente los aceites de oliva y de girasol.
El consumo medio de aceite de girasol fue de 366.000 toneladas, 9,4 kg/habitante y año, con una cuota de mercado del 33 %.
El aceite de soja sostiene una pequeña cuota de mercado en consumo directo de aceite envasado, aunque su consumo aparente se eleva hasta 169.000 toneladas de media. Ello equivale a un consumo *per cápita* de 4,3 kg/ habitante y año y una cuota de mercado global del 15 %.
Desde la incorporación de España a la UE, ha progresado de un modo notable el consumo de aceite de palma, pasando de 12.000 toneladas en 1985 a 84.000 toneladas en 1991. Su cuota media de mercado es de un 5,7 %, con un consumo *per cápita* de 1,6 kg/habitante y año. A ello habría que añadir los consumos de aceite de copra y de palmista que se elevan a 46.000 toneladas de media, es decir, otro 4,1 % del mercado de aceites.
Otros aceites, como el de colza o germen de maíz, apenas representan conjuntamente algo más del 2 % del mercado.

Italia

La superficie de olivar italiano en cultivo regular asciende a 1.176.000 ha, de las cuales el 98,6 % está en plena producción. La distribución regional de este patrimonio (figura 5), es la siguiente:

FIGURA 5
ITALIA



Fuente: COI.

Las plantaciones de olivos ocupan el 7,54 % de la superficie cultivada italiana. Aproximadamente el 60 % está situado en zonas de colinas. Existen 1.094.030 propiedades agrícolas con olivar, la mayoría de ellas muy pequeñas, con una superficie media de solo 1,1 ha, y explotadas en régimen de carácter familiar.
La distribución de dichas explotaciones, por tamaños (cuadro 3), es la siguiente:

CUADRO 3

Superficie (ha)	%
Hasta 2 ha	52,5
De 5 a 1O ha	25,7
De 10 a 20 ha	11,7
De 20 a 50 ha	3,0
De más de 50 ha	1,4

Fuente: Consejo Oleícola Internacional.

Según datos del gobierno italiano, el 65 % de las explotaciones olivareras produce menos de 300 kg de aceite de oliva, un 15 % produce entre 300 y 500 kg (límite para recibir la ayuda a la producción de pequeños productores en la UE), 12 % entre 500 y 1.000 kg y sólo el 8 % restante produce por encima de 10.000 kg.
Los rendimientos medios varían según las características de la región. En zonas de montaña se estiman en 2.150 kg de aceitunas por hectárea, en colina 2.560 kg y en llanura 3.890.
El número de almazaras es muy elevado, aunque ha descendido en los últimos años. En la actualidad puede estimarse que existen en torno a 8.000, de las cuales, 500 son cooperativas. Además hay que añadir unas 90 extractoras de orujo y 30 refinerías de aceite de oliva.
Las producciones italianas de aceite de oliva experimentaron una considerable evolución al alza en las décadas de los años sesenta y setenta, para proseguir con un crecimiento más suave en la pasada década, que ha terminado con un retroceso significativo de la producción (cuadro 4).

CUADRO 4

Período	Producción (tm)
1985/1986-1988/1989	573.000
1989/1990-1992/1993	462.000

Fuente: Consejo Oleícola Internacional.

Las exportaciones italianas de aceite de oliva han ascendido de un modo muy notable en los últimos años, al haber pasado de un valor medio de 82.000 toneladas entre 1985/1986-1988/1989, a un promedio de 122.000 toneladas en 1989/1990-1992/1993. En las exportaciones italianas tienen especial relevancia las realizadas envasadas en pequeños recipientes.
A pesar de ello, Italia es un país deficitario en aceite de oliva, siendo el primer país importador del mundo. Las importaciones han crecido de un modo muy notable en la úl-

tima década. La media del período 1985/1986 a 1988/1989 supuso importaciones de 216.000 toneladas, mientras que entre 1989/1990 y 1992/1993, se han elevado hasta 295.000 toneladas anuales de promedio. España, Grecia y Túnez son sus principales abastecedores.

El consumo interior italiano de aceite de oliva es de 609.000 toneladas anuales, que es el valor medio del período 1989/1990 y 1992/1993, lo que equivale a 10,5 kg/habitante y año.

Según datos oficiales italianos, la distribución del aceite de oliva se realiza en las siguientes proporciones:

– 30 % en la venta al por menor.
– 20 % autoconsumo y ventas directas de los productores.
– 17 % en ventas por correspondencia.
– 33 % en restauración y usos industriales.

Se estima que Italia consume un 40 % de aceite virgen extra, un 10 % de aceites de orujo de aceituna y un 50 % de aceites de oliva mezcla de virgen y refinados. Este último grupo se denomina simplemente aceite de oliva, según las normas de la Comisión Europea.

El aceite de oliva virgen extra ha sido en la última década el gran motor que ha impulsado el aumento del consumo de todas las categorías de aceite de oliva. Los expertos consideran que sus límites no han sido aún alcanzados. La única desventaja que tienen en la actualidad es su elevado precio. En junio de 1990, el gobierno italiano aprobó un Plan Específico de intervención para el sector oleícola, que pretende abordar una profunda reestructuración del olivar. El Plan contempla también la modernización del sector almazarero.

En el cuadro 5 se recoge la evolución del consumo aparente de los principales aceites vegetales en Italia.

CUADRO 5

	1990	%	1980	%	Incremento %
Soja	241.000	16,2	300.000	21,6	-24,5
Girasol	158.000	10,6	99.000	7,1	59,5
Total Semillas	528.000	35,5	537.000	38,6	-1,6
Aceite de Oliva	633.000	42,6	621.000	44,7	-1,9
Palma	130.000	8,7	60.000	4,3	116,6
Copra	55.000	3,7	49.000	3,5	12,2
Palmiste	19.000	1,2	5.000	0,3	280
Maíz	91.000	6,1	75.000	5,4	21,3
Total general	1.484.000	100,0	1.388.000	100,0	6,9

Nota: Se ha tomado el año 1990, en lugar de 1991, dado que el consumo de aceite de oliva en Italia experimentó una fuerte caída ocasional en 1991, recuperándose niveles normales de consumo en años posteriores.

En el conjunto del mercado de aceites vegetales, el aceite de oliva representó un 36,6 %, en 1991, porcentaje al que habría que añadir un 2,8 % del aceite de orujo de oliva (42.000 toneladas).

El consumo global de aceites vegetales apenas ha crecido en la década pasada en Italia. Menos de 100.000 toneladas, un 6,9 % en diez años, equivale casi a la estabilidad. Dicha estabilidad también es la pauta para el conjunto de los aceites de semillas, y para el aceite de oliva. No obstante, ambos aceites pierden cuota de mercado, dos puntos el de oliva y 3 puntos los de semillas, al no crecer al ritmo del mercado de aceites.

El mayor retroceso de consumo se ha registrado en aceite de soja, casi un 20 %, cayendo casi cinco puntos porcentuales en cuota de mercado, en la década pasada. Este retroceso se intensificó en 1991, en que el consumo de aceite de soja fue de sólo 190.000 toneladas, es decir, el 12,8 % del mercado de los aceites vegetales, cediendo la primera plaza del consumo de aceites de semillas al aceite de girasol. El consumo *per cápita* es de 3,3 kg/habitante y año.

En el mercado italiano está aumentando de un modo muy notable el consumo de los aceites de colza y de girasol. El aceite de girasol es ya el primer aceite vegetal, excluido el de oliva, con 194.000 toneladas, es decir, 3,35 kg/habitante y año, y el 13 % del mercado.

El consumo de aceite de colza se elevó a 116.000 toneladas en 1991, lo que representa 2 kg/habitante y año, y un 7,8 % del mercado de aceites italiano.

El conjunto de los aceites tropicales ha pasado de una cuota de mercado del 8,1 % al 13,6 % en 1990 y el 14,5 % en 1991, sustituyendo en buena medida las pérdidas de cuota de mercado del aceite de soja.

Grecia

El olivar griego representa el 15 % de la Superficie Agraria Útil en aquel país. Se cultivan 850.000 ha, con un patrimonio de 120 millones de árboles. Las producciones medias en el período 1990-1993 fueron de 300.000 toneladas, frente a un consumo interior que se estima en casi 200.000 toneladas. Por lo tanto, Grecia es un importante exportador neto, con cifras medias en torno a 100.000 toneladas.

La mayor extensión de olivar en Grecia se localiza en la parte centro y sur del país, así como en Creta, y está presente en toda la geografía, aunque con muy poco peso en Tracia y Macedonia, regiones en que apenas hay 30.000 ha de olivar.

Los griegos son los mayores consumidores de aceite de oliva en la UE y en el mundo, con un consumo de 18,7 kg/habitante y año, en 1992-1993. La cuota de mercado del aceite de oliva en el mercado griego de aceites vegetales es casi del 51 % del total.

A pesar de ello, el consumo de aceite de oliva en Grecia ha venido disminuyendo a lo largo de la década de los años ochenta, desde 239.000 toneladas en 1980-1981 hasta el valor actual mencionado. La adhesión de Grecia a la UE, con la liberalización total del mercado de aceites, ha provocado en una década una caída en el consumo de aceite de oliva de al menos un 16 %, porcentaje que parece escaso dado el elevado nivel de consumo en el país.

En el resto de los aceites, cabe destacar el elevado consumo de aceite de algodón, 39.000 toneladas, es decir,

3,8 kg/habitante y año, con una cuota de mercado del 9,9 %.
El aceite de soja ocupa el segundo lugar en la preferencia de los griegos, con un consumo aparente de 68.000 toneladas, en 1991. Ello representa 6,7 kg/habitante y año, y una cuota de mercado del 17,2 %.
En 1980, el aceite de girasol todavía se desconocía en Grecia. Desde 1983/1984 a 1991, casi ha triplicado su nivel de consumo, pasando de 12.000 toneladas a 33.000 toneladas en 1991 (3,2 kg/habitante y año), si bien parece experimentar cierto retroceso respecto al consumo máximo alcanzado en 1988 de 46.000 toneladas.
El aceite de germen de maíz tiene una presencia considerable en el mercado griego: 2,1 kg/habitante y año y 5,6 % del mercado de los aceites vegetales en su conjunto.
En Grecia apenas se utilizan aceites láuricos. Mayor importancia tiene el aceite de palma, con 18.000 toneladas, es decir, 1,7 kg/habitante y año, que representan una cuota de mercado del 4,5 %.
Globalmente Grecia es un fuerte consumidor de aceites vegetales, con un consumo *per cápita* de 38,9 kg/habitante y año.

Portugal

Se trata de uno de los países productores y consumidores de aceite de oliva. Sus producciones medias se sitúan en torno a las 35.000 toneladas, aunque con fuertes oscilaciones anuales. En los últimos años el consumo ha superado las 40.000 toneladas, por lo que en el período 1990/1993 las importaciones (14.000 toneladas) han superado a las exportaciones (10.000 toneladas). El consumo *per cápita* (4,3 kg/habitante y año) está aún muy alejado de los niveles de otros países productores mediterráneos, como España, Italia o Grecia.
El patrimonio olivarero portugués es de 22 millones de olivos, en medio millón de hectáreas de cultivo, que equivalen al 7 % de la Superficie Agraria Útil de este país.
Portugal ha perdido producción y consumo de aceite de oliva en el período 1980/1990. Frente a medias de 45.000 toneladas de producción y de consumo en el período 1980/1985, el descenso en el segundo quinquenio de la década ha sido de un 22 %. No obstante, el consumo parece haberse recuperado a principios de la década de los años noventa, mientras que la producción es muy posible que también se desarrolle aceleradamente en los próximos años, en cuanto logre moderarse la fuerte vecería que viene registrándose.
Portugal es un gran consumidor de aceite de girasol (95.000 toneladas que equivalen a 9,6 kg *per cápita*) y de aceite de soja (51.000 toneladas, es decir, 5,2 kg).
También importa aceite de palma, copra y palmiste; en total consume 43.000 toneladas de estos aceites, que representan en conjunto 7 kg/habitante y año.

Francia

Francia dispone de un pequeño patrimonio olivarero, de 4 millones de árboles, en 40.000 ha de cultivo. Las producciones medias superan sólo ligeramente las dos mil toneladas.
El consumo de aceite de oliva, está aumentando de modo acelerado en los últimos años: 23.000 toneladas en 1980/1981, 30.000 toneladas en 1989/1990, y 40.000 toneladas en 1992/1993. Esta última cifra equivale a un consumo anual de 0,7 kg/habitante, que puede ser considerado como un nivel aún muy bajo, para la potencialidad del mercado francés. Por sus características culturales y geográficas, debería ser un país que consumiera más aceite de oliva.
Como buen consumidor de mantequilla (7 kg/habitante y año), y de grasas animales (5 kg), Francia resulta ser el menor consumidor de aceites vegetales de toda la UE: sólo 17,6 kg/habitante y año, excluido el aceite de oliva.
Además, el mercado francés aparece muy diversificado. En él se da el mayor consumo comunitario de aceite de cacahuete (105.000 toneladas), que equivale a un consumo *per cápita* de 1,8 kg/habitante y año, y una cuota del 10,4 % del mercado de los aceites vegetales, distintos del de oliva.
Otra singularidad de este mercado es su escaso consumo aparente de aceite de soja. Este aceite sólo representa una cuota del 1 % del mercado francés, con un consumo *per cápita* de 0,17 kg, es decir, el más bajo de toda la UE. El aceite de soja que había llegado a situarse en un consumo de 110.000 toneladas en 1980, ha disminuido desde entonces hasta las actuales 10.000 toneladas.
El principal aceite consumido en Francia es, sin duda, el aceite de girasol, con un consumo *per cápita* de 7,5 kg, y una cuota del 42,3 % del mercado. El consumo de aceite de girasol en Francia ha crecido de un modo sostenido, hasta alcanzar las 425.000 toneladas en 1991.
El aceite de colza ha iniciado una considerable expansión en el mercado francés, a partir de 1985, llegando a un consumo aparente de 205.000 toneladas en 1991, con lo que en seis años ha aumentado un 13 %.
Por su parte, los aceites de palma (9,6 %), copra (6,9 %) y palmiste (1,6 %), representan pequeñas cuotas de mercado, aunque al alza, particularmente en el caso del aceite de palma.

Alemania

El consumo de aceite de oliva en Alemania, aunque tradicionalmente bajo, está progresando a un ritmo importante. Frente a consumos de 4.000 toneladas a principios de los años ochenta, estos valores se han triplicado en una década. En la actualidad el consumo *per cápita* es de 0,15 kg.
En cuanto al resto de los aceites, Alemania representó por sí sola el 24,6 % del consumo global de aceites vegetales en la UE, en 1991, con un consumo global de 1.994 millones de toneladas, que representan 24,8 kg/habitante y año, a los que habría que añadir 6 kg de mantequilla.
El 94 % del mercado alemán se reparte entre seis tipos de aceite: soja con un consumo por habitante y año de 5,6 kg (447.000 toneladas; el 22,4 %), colza con 5,1 kg *per cápita*

(409.000 toneladas; el 20,5 %), palma (4,7 kg *per cápita*; 381.000 toneladas; 19,1 %), girasol (3,2 kg *per cápita*; 258.000 toneladas; 12,9 %), copra (2,5 kg *per cápita*; 206.000 toneladas; 10,3 %) y palmiste (2,1 kg *per cápita;* 172.000 toneladas; 8,6 %). Todas estas cifras corresponden al año 1991.

Bélgica

Bélgica consume pequeñas cantidades de aceite de oliva (unas 2.700 toneladas, que prácticamente se han triplicado en los últimos años). El consumo *per cápita* se eleva a 0,27 kg.

El consumo aparente de otros aceites vegetales en este país es muy elevado: 42,6 kg/habitante y año, el mayor de toda la UE, después de Holanda. En cuotas de mercado, los aceites de semillas oleaginosas disponen del 65,5 % del mercado (29,3 % soja, 13,6 % colza y 18 % girasol). El aceite de palma disponía de un 21 % del mercado en 1991.

Dinamarca

Este país está aumentando considerablemente su nivel de consumo de aceite de oliva, aunque en 1992/1993, sólo consumía 1.200 toneladas, es decir, 1,23 kg/habitante y año.

El mercado danés se lo reparten los aceites de semillas (59,3 %), el aceite de palma (28,1 %) y los aceites láuricos, copra y palmiste (10,7 %). Dentro de los aceites de semillas, el de soja (33 %) y el de colza copan todo el segmento.

Irlanda

Con 18,3 kg/habitante y año de consumo de aceites vegetales Irlanda es, junto con Francia, el menor consumidor de aceites de toda la UE. A su vez, el consumo de mantequilla (3 kg/habitante y año) y de grasas animales (1 kg), ha retrocedido rápidamente en los últimos años.

Irlanda es el país comunitario que menos aceite de oliva consume, apenas 800 toneladas en 1992/1993, aunque ello representa 0,23 kg *per cápita* al año. Este país consumió un total de 64.000 toneladas anuales de aceites vegetales, distintos del de oliva, en 1991. De ellos, el 72 % son aceites de semillas (26,5 % soja, 25 % colza y 14 % girasol). Los aceites de palma, copra y palmiste disponen de un 25 % del mercado de aceites en Irlanda.

Holanda

Holanda tiene el más elevado nivel de consumo aparente de aceites vegetales de toda la UE, hasta 63,6 kg/habitante y año, lo cual hay que interpretar recordando su papel como gran productor-exportador de margarinas, salsas y otros productos de la industria, que llevan incorporados aceites y grasas vegetales, en mayor o menor medida.

Lo anterior queda confirmado por la estructura del consumo aparente holandés, que revela al aceite de palma (15,4 kg/habitante y año) y al aceite de soja (13,8 kg), como principales aceites en el mercado holandés.

Los aceites de copra y de palmiste también se utilizan en Holanda en una cantidad muy importante, representando una cuota de mercado del 22 %, todo ello en 1991.

Con un consumo de 1.700 toneladas de aceite de oliva, en 1992/1993 (0,1 kg/habitante y año), este producto es también un gran desconocido en el mercado holandés, aunque su consumo está aumentando de un modo significativo en los últimos años, habiéndose casi triplicado desde el período 1983/1985.

Reino Unido

Aunque pequeño consumidor de aceite de oliva (0,2 kg/habitante año), en el Reino Unido se advierte una fuerte tendencia al aumento del consumo de este aceite, que se ha multiplicado por 5,5 entre el período 1983-1985 y 1992-1993. En dicho intervalo de tiempo, el consumo de aceite de oliva en el Reino Unido ha pasado de 2.200 a 12.100 toneladas.

El mercado de otros aceites se lo reparten los aceites de semillas (61,8 % del mercado y 14,7 kg *per cápita*), y los aceites de palma, copra y palmiste (8,4 kg). Entre estos últimos predomina claramente el uso de aceite de palma (6,4 kg). El principal aceite en el mercado británico es sin duda el aceite de colza, con un consumo total de 440.000 toneladas en 1991 (7,6 kg/habitante y año), frente a 207.000 toneladas del aceite de soja (3,6 kg) y 167.000 toneladas del aceite de girasol (2,9 kg *per cápita*).

OTROS PAÍSES PRODUCTORES

La producción de aceite de oliva fuera de la UE se concentra, básicamente, en el norte de África y en Oriente Medio, principalmente en Túnez y Turquía, países productores y tradicionalmente exportadores, aunque también Argelia, Marruecos y Siria disponen de una producción destinada, sobre todo, al consumo interior, por lo menos hasta ahora. Marruecos está teniendo importantes aumentos en sus niveles de consumo en los últimos años.

Si se exceptúa el caso de Túnez, el cultivo del olivar sigue haciéndose de forma muy tradicional en la mayoría de estos países. Los rendimientos son por lo general muy bajos y las calidades de los aceites resultantes van mejorando sólo lentamente.

Túnez

Si se excluye a la UE, Túnez es la gran potencia mundial en el sector de aceite de oliva. Este país está efectuando un gran esfuerzo de reestructuración, modernización y mejora de la calidad de los aceites, acompañada de una considerable expansión superficial.

La superficie dedicada al cultivo del olivar de molinos en Túnez era ligeramente inferior a 1,4 millones de ha en 1986, es decir, la mayor del mundo después de España. El número de olivos se estima en 54 millones, de los cuales,

11 millones no estaban aun en producción en 1986, es decir, un 20 %.

Este hecho es una prueba de la evidente expansión de la producción olivarera tunecina, llevada a cabo en particular en el último quinquenio. Tradicionalmente, el promedio de producción tunecina de aceite de oliva era de 100.000 toneladas anuales. Pero en el período 1990/1991 a 1993/1994, la producción media se ha elevado a 183.000 toneladas llegando a alcanzar las 250.000 toneladas en 1991/1992.

Se trata, pues, de una expansión clara de la producción tunecina de aceite de oliva, aunque aún mitigada por la tradicional vecería del olivo.

La intervención del mercado es efectuada a través de la ONA (Oficina Nacional del Aceite), que es un monopolio de comercialización de los aceites de oliva y de orujo. La ONA encarga la recolección de los aceites a empresas de intermediación reconocidas. Las almazaras actúan como organismos de concentración de los aceites, bajo el control de la ONA. Los aceites envasados por la ONA, o por envasadores reconocidos por esta oficina, se ponen a la venta a precios oficiales. A partir de la campaña 1993/1994 se ha iniciado la liberalización del sector.

En los últimos años, el consumo interior de aceite de oliva ha sido algo superior a las 60.000 toneladas Las exportaciones medias han alcanzado las 125.000 toneladas, en el período cuatrienal entre 1990/1991 y 1993/1994, lo que representa un aumento espectacular respecto a sus niveles de exportación habituales.

Túnez dispone de un contingente preferencial de exportación a la UE, de 46.000 toneladas. Históricamente, sus exportaciones se situaban en niveles ligeramente superiores a dicho contingente, hasta comienzos de la década de los años noventa. Es éste un importante sector de comercio en la obtención de divisas para la economía tunecina.

El cambio de situación del sector oleícola tunecino se ha debido al esfuerzo realizado por modernizar y ampliar el cultivo olivarero. Este esfuerzo no puede darse por concluido, ya que en el período 1987-1991 se llevó a cabo el VII Plan de desarrollo, cuyos objetivos eran la mejora cualitativa y cuantitativa del olivar, de las almazaras y refinerías y de la producción de aceite.

Túnez garantiza el resto de su abastecimiento interior para el consumo de aceites con importaciones de soja (87.000 toneladas, en 1989) y de colza (56.000 toneladas).

Turquía

Este país cuenta con un potencial olivarero más reducido que el de Túnez: 640.000 ha de olivar de almazara, con un total de 85 millones de olivos, de los cuales cerca de un 8 % no han entrado aún en producción.

Las producciones medias de aceite de oliva en Turquía fueron del orden de 61.000 toneladas, en el período 1990/1991 y 1993/1994. Ello supone un retroceso en sus niveles tradicionales de producción, que ascendió a 87.000 toneladas de media en el período 1983/1986 y a 75.000 toneladas, entre 1987 y 1990.

En la actualidad el consumo interior se sitúa en torno a las 50.000 toneladas, habiéndose reducido las disponibilidades de aceite de oliva turco para la exportación. Estas exportaciones, que se habían situado a mediados de la década de los años ochenta en torno a 35.000 toneladas, han descendido hasta poco más de 8.000 toneladas de media en el período 1990/1994.

Ocasionalmente Turquía precisa efectuar importaciones de aceite de oliva, aunque en pequeñas cantidades.

Turquía es también un gran productor de algodón (670.000 ha) y de girasol (830.000 ha), lo cual le ha permitido en 1989 producir 500.000 toneladas, de aceite de girasol y 150.000 toneladas de aceite de algodón. En comercio exterior de aceites de semillas hay que destacar su posición exportadora en aceite de girasol (70.000 toneladas) e importadora de aceite de soja (154.000 toneladas).

Globalmente Turquía consume 760.000 toneladas de aceites de semillas. El comercio de aceites es totalmente libre en Turquía.

Marruecos

Marruecos tiene un potencial olivarero de 365.000 ha, la mayoría de aptitud mixta, molino-mesa, con un 21 % de sus 36 millones de olivos pendientes de entrar en producción.

Con dicho potencial aún no productivo y otras 15.000 ha, que está previsto plantar en los próximos años (1,5 millones de olivos adicionales), Marruecos podría aún aumentar sus producciones actuales. Estas producciones han sido de 41.500 toneladas de media, en el período 1990/1991 a 1993/1994. En consecuencia, cabe esperar que las producciones marroquíes crezcan hasta situarse en 60.000-75.000 toneladas en 1997.

Marruecos consume unas 40.000 toneladas anuales de aceites de oliva, y exporta poco más de 3.000 toneladas anuales.

Este país es, además, un pequeño productor de otros aceites vegetales. En 1990 se sembraron 160.000 ha de girasol (170.000 ha en 1991), obteniéndose una producción de aceite de 62.000 toneladas Para satisfacer un consumo interior evaluado en 240.000 toneladas de aceites de semillas, Marruecos tuvo que importar 110.000 toneladas de aceite de soja y 70.000 toneladas de aceite de colza.

Por lo general, la industria oleícola marroquí requiere un proceso de modernización que le permita aumentar la proporción de los aceites de calidad.

Argelia

Dispone de unas 175.000 ha de aceituna de almazara o mixtas, con 20 millones de árboles de los cuales sólo un 10 % están pendientes de entrar en producción. Argelia ha doblado sus producciones de aceite de oliva en muy pocos años. Frente a un promedio de 13.000 toneladas de media,

entre 1986/1987 y 1989/1990, la producción argelina ha crecido hasta 26.000 toneladas, entre 1990/1991 y 1993/1994.
La producción argelina se consume íntegramente en el país. En 1989 se preveían 3.000 ha de nuevas plantaciones, de las cuales ya se han realizado cerca de 2.500 ha.
Argelia ha puesto en marcha un programa de desarrollo de la olivicultura y de modernización de la industria oleícola, dentro de una «estrategia de desarrollo de la oleicultura hasta el año 2000».

Israel
La superficie olivarera israelí es de 10.000 ha, con 1,6 millones de olivos. Con todo ello produce una media de 6.000 toneladas de aceite de oliva, cantidad consumida casi en su totalidad en el interior, puesto que Israel ha iniciado muy recientemente sus exportaciones de aceite de oliva, que apenas ascienden a 500 toneladas anuales.
Se cree que Israel puede efectuar algunas plantaciones adicionales de olivos en los próximos años, aunque se estima que sólo en cantidades muy reducidas.

Egipto
En 1990 Egipto contaba con 3,5 millones de olivos, estando previsto plantar a corto plazo otros 400.000 olivos. Ello le permite obtener unas producciones de apenas 1.000 toneladas de aceite de oliva, en los años más recientes. Egipto importa una media de 1.000 toneladas anuales, para atender a un consumo que se estima en 2.000 toneladas anuales.
Las principales producciones oleícolas de Egipto son el algodón (428.000 ha y 90.000 toneladas de aceite) y la soja (65.000 ha y 25.000 toneladas de aceite). También se producen cantidades inferiores de aceites de girasol, cacahuete y sésamo.
Para satisfacer un consumo interior de aceites de semillas de 510.000 toneladas, Egipto precisa importar 144.000 toneladas de aceite de algodón y 225.000 toneladas de aceite de girasol.

Libia
La producción media de Libia en los últimos años ha sido de unas 8.000 toneladas de aceite de oliva. Las tradicionales importaciones libias han descendido, hasta 1.000 toneladas en los últimos años, y con ellas el consumo interior de aceite de oliva, a partir de 1989-1990. En la actualidad el consumo se sitúa en torno a 9.000 toneladas, aunque el promedio de 1991/1994 es algo superior (12.600 toneladas). A mediados de la pasada década Libia consumía por encima de las 50.000 toneladas.

Siria
Este país es la gran potencia olivarera de Oriente Medio, con 366.000 ha de olivar, la mayoría de variedades mixtas almazara-mesa. El número total de olivos se elevaba en 1989 a 41,3 millones, de los cuales el 34 % aún no estaban en producción.
Se prevé efectuar nuevas plantaciones de olivar en 12.500 nuevas hectáreas, con 2 millones de árboles adicionales.
La producción de aceite de oliva (un promedio de 70.000 toneladas), se consume en el país en su totalidad. Siria no efectúa exportaciones ni importaciones de aceite de oliva.

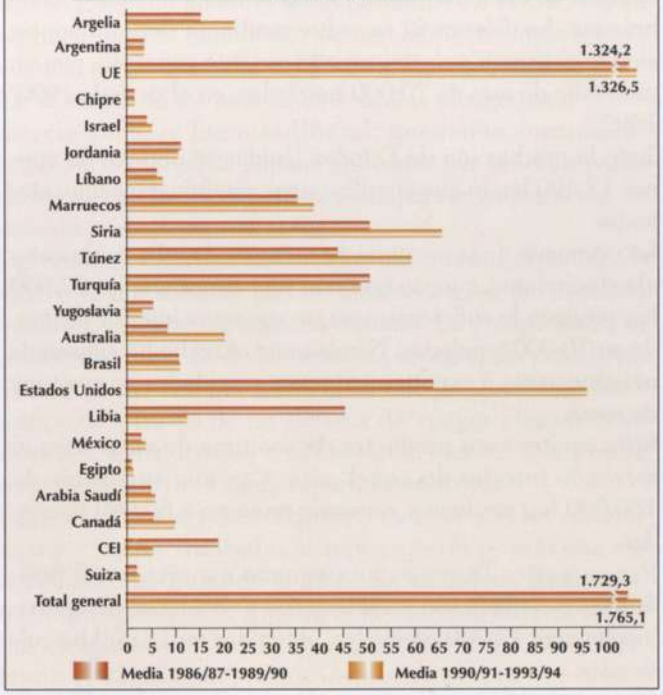
Jordania
Jordania tiene una superficie de 55.000 ha de olivar, con 5,4 millones de árboles, de los cuales el 26 % aún no está en producción. Las producciones son de 9.000 toneladas de promedio. Su consumo se sitúa ligeramente por encima de su producción, en torno a 11.000 toneladas, lo que le obliga a efectuar unas importaciones reducidas de 3.000 toneladas anuales. Las exportaciones de Jordania no suelen ser superiores a 1.000 toneladas.
Además, Jordania importa unas 30.000 toneladas de diversos aceites vegetales, más de la mitad de aceite de palma, y 14.000 toneladas de mantequilla.

Líbano
Líbano es deficitario en aceite de oliva. Con producciones ligeramente superiores a 5.000 toneladas de media, el consumo supera las 7.000 toneladas anuales. Ello implica unas importaciones medias de 2.500 toneladas al año. Recientemente Líbano ha comenzado a exportar pequeñas cantidades de aceite de oliva.

Yugoslavia
La antigua Yugoslavia tenía 30.000 ha de olivar, con unos 4,1 millones de árboles, en 1987. La media de producción en el período 1988-1992 ha sido de 5.000 toneladas de aceite de oliva, pero posteriormente ha disminuido a 2.000 toneladas anuales. La mayor parte de este olivar se localiza en Croacia.
El nivel de consumo, tradicionalmente en torno a 6.500 toneladas, se adaptó al nivel de la producción, al desaparecer el comercio exterior. Yugoslavia importaba un promedio de 5.000 toneladas anuales de aceite de oliva.
Antes de la guerra, existía un programa de inversiones en el sector olivarero, con plantación de 1.800 ha nuevas de olivar, con el que se esperaba aumentar la producción hasta 9.000 toneladas.

Chipre
La isla de Chipre tiene un patrimonio olivarero de 7.300 ha, con 1,6 millones de olivos, sin que se prevean nuevas plantaciones. Con una producción de aceite de oliva de 3.000 toneladas, en la actualidad, el consumo es ligeramente inferior, lo cual permite a este país haber iniciado recientemente sus exportaciones de aceite de oliva (en 1993/1994).
Chipre importa unas 20.000 toneladas, entre aceite de soja y aceite de girasol.

FIGURA 6
CONSUMO MUNDIAL DE ACEITE DE OLIVA (COI)
En miles de t



Argentina

Argentina dispone de una producción de unas 9.000 toneladas de aceite de oliva, frente a una producción de 2,5 millones de toneladas de otros aceites vegetales. Aproximadamente, la mitad del aceite de oliva es consumida en el interior del país y la otra mitad es exportada.

Otros países productores

Hay otros muchos países que son pequeños productores de aceite de oliva, repartidos por el mundo, con producciones de unas 42.000 toneladas anuales entre todos. Entre ellos destacan Irán (2.000-3.500 toneladas), México (2.500 toneladas) y Estados Unidos (1.000 toneladas).

EL CONSUMO INTERNACIONAL DE ACEITE DE OLIVA

El mercado internacional de aceite de oliva puede considerarse en equilibrio en la actualidad, aunque tanto la producción como el consumo mundial están moderadamente en alza. Las producciones han crecido en 137.000 toneladas entre el valor medio del cuatrienio 1986/1987 y 1989/1990 y el de 1990/1991 y 1993/1994, hasta situarse en este último período en un promedio de 1.833 millones de toneladas. El consumo mundial en el último cuatrienio, entre 1990/1991 y 1993/1994, ha sido de 1.831 millones de toneladas. En relación con la media del consumo en el cuatrienio anterior, ha aumentado en 66.000 toneladas.

Entre los países no productores de aceite de oliva, ha habido un alza generalizada del consumo, destacando Estados Unidos, Canadá, Australia, Japón y Arabia Saudí. Es particularmente importante el nivel de consumo existente ya en Estados Unidos, que en la campaña 1993/1994 alcanzó las 115.000 toneladas.

En la figura 6 se reflejan los valores del consumo de aceite de oliva, a nivel mundial.

ECONOMÍA DE LA ACEITUNA DE MESA

La economía de la aceituna de mesa se encuentra estrechamente ligada a la del olivar y el aceite en las zonas productoras, pero no así en el proceso industrial y de mercado, donde se desarrolla una actividad específica.

Hay que tener en cuenta que muchas variedades de olivo son mixtas, mesa-molino, por lo que resulta difícil estimar el potencial productivo de la específica actividad para consumo de boca. Este hecho contribuye por sí mismo a desequilibrar los mercados debido a que, en determinados años, puede desviarse hacia el consumo directo buena parte de una producción destinada habitualmente a molturación o viceversa, según los precios y ayudas que se obtienen en ambos mercados.

El elevado nivel de autoconsumo de aceituna en las zonas productoras también contribuye a crear un mercado poco transparente.

La producción de aceituna de mesa tiene elevados costes, destacando el de la recolección a mano, para evitar que la aceituna pueda deteriorarse al caer al suelo.

En las regiones productoras, la economía de la aceituna de mesa se lleva a cabo en pequeñas unidades familiares, en muchos casos de carácter artesanal, aunque en numerosos lugares se han ido constituyendo cooperativas que facilitan la modernización en el proceso industrial, la diversificación de preparaciones para el consumo y la comercialización de este producto.

Si exceptuamos las producciones de Argentina y de Estados Unidos, la economía de la aceituna de mesa es exclusivamente mediterránea. El sector está viviendo una fase expansiva a comienzos de la década de los años noventa, tanto desde el punto de vista productivo, como de consumo y de comercio.

La superficie dedicada a la producción de aceituna de mesa en el mundo se estima en 1,18 millones hectáreas, donde se obtuvieron 900.000 toneladas de aceituna, como promedio en el período 1987/1988 a 1991/1992. El consumo total ha crecido hasta 912.000 toneladas, entre 1990 y 1992. Las exportaciones medias se han elevado hasta 207.000 toneladas, entre 1990 y 1992, quedando un remanente total de fin de campaña de más de 320.000 toneladas, superior al que se considera *stock* normal de enlace entre campañas, que suele estimarse en el consumo de tres meses.

La Unión Europea, con una superficie de 410.000 ha, obtiene aproximadamente el 47 % de la producción mundial, con más de 427.000 toneladas, como media del período 1989/1990 a 1992/1993. No obstante, la producción real

podría ser superior a estas estimaciones, por las razones ya mencionadas: el autoconsumo y la doble aptitud.
Desde la perspectiva del comercio exterior, la UE es el primer exportador mundial, con 120.000 toneladas (exportaciones extracomunitarias exclusivamente), y el segundo importador, con algo más de 30.000 toneladas anuales, tras Estados Unidos. Con un consumo en alza, de casi 349.000 toneladas en el período 1990/1993, la UE también ocupa el primer lugar mundial como consumidor.
España, con 182.000 ha de cultivo, es el primer productor mundial de aceituna de mesa, con 251.000 toneladas (promedio de 1990/1993), frente a un consumo de 106.000 toneladas Por ello, este país es el primer exportador mundial, con más de 130.000 toneladas (exportaciones intra y extracomunitarias).
Existen 428 empresas de transformación de aceituna para usos de boca, con múltiples empresas familiares, así como empresas modernas y cooperativas, que suelen agruparse para la actividad exportadora.
El primer país consumidor europeo, sólo superado mundialmente por Estados Unidos, es Italia, con 137.000 toneladas (1990/1993). Con un patrimonio de 110.000 ha, las producciones de aceituna de mesa apenas cubren la mitad de su consumo, por lo que este país tiene que importar grandes cantidades de aceitunas de España, Grecia y Marruecos. Las empresas de transformación italianas suelen abastecerse en el exterior del país, por lo que las producciones italianas van dirigidas básicamente a familias o mercados locales.
Grecia es un gran productor y exportador. En 98.000 ha, obtuvo producciones de 70.000 toneladas (1990/1993), de las cuales exportó 40.000 toneladas (exportaciones intra y extracomunitarias). Sin embargo, el consumo griego total es de solo 28.000 toneladas En Grecia existen 78 empresas de transformación de aceituna de mesa, 28 de las cuales son sociedades cooperativas. A pesar de ello, muchos agricultores realizan por sí mismos los tratamientos de la aceituna.
Portugal dispone de un patrimonio de 92.000 ha dedicadas a la aceituna de mesa. Su producción es ligeramente excedentaria respecto a su consumo interior, 20.000 toneladas frente a 19.000 toneladas (1990/1993), lo cual le permite ser un pequeño exportador de aceituna de mesa, con alrededor de 2.000-3.000 toneladas, al tiempo que a partir de 1989/1990 se ha convertido también en importador (5.000 toneladas de media anual).
Con un patrimonio de 200.000 ha de olivar, y una producción de más de 110.000 toneladas (promedio 1990/1992) Turquía es el segundo productor mundial de aceituna de mesa. Sin embargo, sus exportaciones son inferiores a las marroquíes, ascendiendo solo a 8.000 toneladas, debido al elevado consumo, de más de 100.000 toneladas.
Marruecos, con 160.000 ha, y producciones de sólo 80.000 toneladas, es, sin embargo, el segundo exportador mundial con más de 50.000 toneladas. El consumo en Marruecos es bajo, ligeramente superior a las 30.000 toneladas.
Estados Unidos es un país deficitario en aceituna de mesa, ya que, frente a producciones de algo más de 100.000 toneladas en años normales, consume cerca de 160.000 toneladas. La diferencia se cubre mediante importaciones, siendo el primer país del mundo por este concepto, con un promedio de más de 70.000 toneladas, en el período 1990/1992.
Toda la producción de Estados Unidos se obtiene en apenas 12.400 ha, lo que significa unos rendimientos muy elevados.
La economía de la aceituna de mesa en Argelia es de autoabastecimiento, puesto que con una superficie de 27.000 ha, produce lo suficiente para un consumo interior estimado en 10.000 toneladas. No obstante, Argelia ha empezado recientemente a exportar pequeñas cantidades de aceituna de mesa.
Siria es otro gran productor de aceituna de mesa para el mercado interior de aquel país. Con una superficie de 160.000 ha, produce y consume en torno a 60.000 toneladas.
Por su parte, Túnez es un pequeño exportador (2.000-3.000 toneladas), con producciones y consumos de aproximadamente 13.000 toneladas, obtenidas en 12.000 ha cultivadas.
Otros pequeños productores, caso de Argentina, Chipre, Egipto, Jordania, Libia, Israel, Líbano y Yugoslavia, destinan en conjunto 200.000 ha al cultivo del olivar para consumo de boca. Como grupo, se trata de países excedentarios, puesto que producen más de 110.000 toneladas, para un consumo de sólo 70.000 toneladas.
El potencial de incremento del consumo de aceituna de mesa en los países no productores es muy elevado, ya que existe un gran desconocimiento de este producto.
Las producciones de los principales países productores también están aumentando, al modernizarse el cultivo y aumentar las plantaciones. La aplicación del riego eventual en este tipo de producciones puede elevar considerablemente los rendimientos.

POLÍTICA ECONÓMICA DE LAS GRASAS EN EL ÁMBITO DE LA UE

Ante la importancia que tiene la economía del aceite de oliva de la UE, en el contexto mundial de este producto, y dado que existe, en el marco de la Política Agraria Común, una regulación específica para el aceite de oliva y otros aceites vegetales, se considera óptimo dedicar un epígrafe a la descripción de los principales mecanismos aplicados por la UE en este sector.
Dentro del contexto de la Política Agraria Común los aceites vegetales han sido tradicionalmente uno de los sectores de la alimentación que han estado sometidos a reglas de comercio más liberales. La excepción ha sido el aceite de

oliva que ha estado sometido, hasta el 1 de enero de 1995, a la percepción de una exacción reguladora variable en frontera, en su comercio de importación en la UE. Dicho régimen ha sido modificado sustancialmente como consecuencia de los acuerdos GATT de la Ronda Uruguay.

En el sector de los aceites de semillas oleaginosas, el comercio siempre fue más liberal, quedando suprimidos todos los derechos de aduana aplicados por la UE, a partir de los mencionados acuerdos, tanto para la importación de materia prima, como de aceites.

Por tanto, el mercado de semillas oleaginosas en la UE se mueve ya a niveles de precios similares a los del mercado mundial, sin ninguna traba en frontera. La protección de la producción interior de las semillas oleaginosas comunitarias no se efectúa, por tanto, mediante protección en frontera, sino a través de un sistema de «pagos compensatorios», es decir, ayudas a la hectárea, condicionadas a la retirada de un 15 % de la superficie cultivada.

Estas ayudas son percibidas directamente por los cultivadores y están limitadas a una superficie máxima de 5.128.000 ha, incluido el 15 % de abandono de tierras, que corresponde a la superficie media cultivada en semillas oleaginosas en la UE, en el período 1989-1990-1991.

Hasta 1992 existían precios institucionales en este sector (precio indicativo y de intervención) y un sistema de ayudas a la transformación que percibían las fábricas extractoras al adquirir granos de producción comunitaria. El sistema fue modificado como consecuencia del dictamen condenatorio del «panel de la soja» del GATT. El cambio de régimen ha coincidido en el tiempo con la adopción de un sistema similar para los cereales y cultivos proteaginosos.

En el caso de las semillas oleaginosas, el cálculo de esta ayuda se efectúa en dos etapas.

Se fija provisionalmente la ayuda unitaria por hectárea, como diferencia entre el precio esperado en el mercado mundial para las semillas oleaginosas (163 ecus/tonelada) y el precio deseado en la UE, que se considera como el precio de los cereales multiplicado por 2,1 o coeficiente medio comunitario entre los rendimientos de ambos tipos de producciones.

Esta diferencia se multiplica, a su vez, por el rendimiento medio regional de las semillas oleaginosas (o de los cereales en cada región, elección que se deja al arbitrio de cada región), para obtener el importe total del «pago compensatorio» provisional.

El «pago compensatorio» definitivo se establece una vez finalizada la campaña, tras comprobar el precio real de las semillas oleaginosas en el mercado mundial. Si la diferencia entre el cálculo provisional y el definitivo de este precio no supera el 8 % no se produce ajuste en el «pago compensatorio». Si la diferencia de precios es mayor, se procede a un pago complementario, y si fuera menor se disminuye la ayuda.

En el caso del aceite de oliva el sistema comunitario es muy distinto.

Existe un sistema de precios institucionales, un sistema de ayudas a la producción y al consumo, un régimen de protección variable en frontera y restituciones a las exportaciones comunitarias, que ha sido sustituido por un sistema de equivalentes arancelarios, a partir del 1 de julio de 1995 para las importaciones y a desde el 1 de noviembre para las exportaciones.

BIBLIOGRAFÍA

Consejo Oleícola Internacional. Políticas Oleícolas Nacionales. División de Asuntos Económicos. DOC nº 108. COI. Madrid, abril de 1994.

Consejo Oleícola Internacional. Revista *Olivae*. Varios años.

Consejo Oleícola Internacional. *Estudio Internacional sobre el sector de las aceitunas de mesa*, volúmenes I, II y III. División de Asuntos Económicos. COI. Madrid, 1989.

Consejo Oleícola Internacional. *Estadísticas oleícolas*. Varios años.

FAO. Grupo Intergubernamental sobre semillas oleaginosas aceites y grasas *Situación del mercado y perspectivas a corto plazo de las semillas, grasas aceites y tortas oleaginosas*. Roma, varios años.

Tió, Carlos. *La política de aceites comestibles en la España del siglo xx*. Servicio de Publicaciones Agrarias. Serie Estudios. Ministerio de Agricultura. Madrid, 1982.

Capítulo 11

EL MARKETING DEL ACEITE DE OLIVA Y DE LAS ACEITUNAS DE MESA

Coordinación:
Prof. IGINIO LAGIONI
Docente di Marketing
Università Cattolica del Sacro Cuore
Milan (Italia)

Colaboradores:
Sr. DAVID J. DANIELS
Manager of California Olive Committee
Fresno, CA (Estados Unidos)

Sr. JACQUES DE REGIS
Président
COPEXO
Comité pour l'Expansion de l'Huile d'Olive
La Maison de l'Huile d'Olive
Marsella (Francia)

Sr. VICENTE FERNÁNDEZ LOBATO
Director de la Agencia para el Aceite de Oliva
Madrid (España)

Prof. PANAYOTIS PATSIS
Associate Professor
Agricultural University of Athens
Department of Agricultural Economics
Atenas (Grecia)

Sr. MOHAMED TAZI
Directeur
Office Régional de Mise en Valeur Agricole de Souss Massa
Ministère de l'Agriculture et de la Mise en Valeur Agricole
Agadir (Marruecos)

EL MARKETING DEL ACEITE DE OLIVA Y DE LAS ACEITUNAS DE MESA

IGINIO LAGIONI

La necesidad de referirse de forma explícita en la presente Enciclopedia al marketing del aceite de oliva y de las aceitunas de mesa se debe a distintas razones, que resumimos a continuación.

La primera se basa en el hecho de que el aceite de oliva, al igual que las aceitunas de mesa, constituye un alimento potencialmente consumible por toda la población de la Tierra.

El que los habitantes de unas regiones lo consuman más que otros se debe a razones de carácter histórico, como son los hábitos de vida, la existencia o no de producción local de aceitunas, la organización industrial, la distribución comercial y la competencia de productos sustitutivos, como la mantequilla, las grasas animales y vegetales.

La segunda razón se corresponde con la localización de los cultivos olivícolas: allí donde se cultivan olivos es seguro que también se produce aceite; y no sólo por evidentes razones de origen histórico, sino sobre todo porque la presencia de cultivos olivícolas ha favorecido la instalación de almazaras y la consiguiente distribución de aceite, especialmente en los mercados locales.

De las dos razones expuestas surge la tercera.

Consiste en la desigual distribución del aceite de oliva y de las aceitunas de mesa en los distintos países del mundo, con un consumo *per cápita* completamente diferente de país a país.

De lo expuesto hasta aquí se desprende la finalidad del presente capítulo, dedicado al marketing del aceite de oliva y de las aceitunas de mesa. Se trata de ofrecer conceptos y reglas fundamentales para conseguir que tanto el aceite de oliva como las aceitunas de mesa se consuman en el mayor número posible de países y por el mayor número posible de personas en el mundo.

Tal como se expone en otros capítulos de esta Enciclopedia, si el aceite de oliva y las aceitunas de mesa son productos especialmente aptos para la alimentación humana en cualquier latitud y a cualquier edad, la intención de este capítulo no puede ser otra que explicar los conceptos y las reglas que habrá que seguir para lograr que el consumo de aceite y de aceitunas de mesa se valore en el mayor número posible de países, y no sólo en aquellos en que esté presente la olivicultura.

La organización del presente capítulo, por consiguiente, se atiene a las exigencias de conocimiento expresadas. Tras algunas precisiones de conceptos, se expondrán los aspectos metodológicos aplicables a cualquier aproximación al marketing de los distintos tipos de aceites de oliva y de aceitunas de mesa.

A continuación, y con objeto de dar consistencia a los aspectos operativos del marketing del aceite de oliva y de las aceitunas de mesa, se harán algunas sugerencias prácticas para que se realice efectivamente lo que se ha establecido al definir los objetivos y las estrategias de marketing.

Dado el carácter internacional de esta Enciclopedia, la orientación del presente capítulo también es de carácter general.

Por consiguiente, se ha evitado toda referencia a situaciones locales, ya que este capítulo se orienta más hacia la difusión de las metodologías de marketing, y no tanto al conocimiento del estado actual de esta técnica de mercado del aceite de oliva y de las aceitunas de mesa en los distintos países.

Paisaje mediterráneo (Italia Meridional). (Fotografía de Gianluca Boetti).

QUÉ DEBE ENTENDERSE POR MARKETING DEL ACEITE DE OLIVA Y DE LAS ACEITUNAS DE MESA

PROPUESTA DE DEFINICIÓN

La propuesta más exhaustiva de definición del marketing del aceite de oliva y de las aceitunas de mesa es la siguiente:

Una o más empresas o entidades organizadas (grupos, asociaciones, cooperativas, etc.) productoras o distribuidoras de aceite de oliva y/o aceitunas de mesa, hacen marketing cuando se proponen satisfacer los gustos de los consumidores finales, sus expectativas, sus deseos, etc., como única modalidad para conseguir sus propios objetivos.

Cuanto mayor sea el nivel económico y cultural de los consumidores potenciales, mayores serán sus exigencias respecto a todas las formas de compra.

Además, cuanto más desarrollado esté el sistema de distribución de un país, mayores serán las probabilidades de que sus habitantes se acerquen a los puntos de venta en los que el aceite de oliva y las aceitunas de mesa se exponen al público.

De lo expuesto se desprenden algunas consideraciones.

En primer lugar, son determinantes las actitudes y la conducta de los consumidores, con sus hábitos, su cultura, sus capacidades de renta y sus gustos.

Allí donde exista una mínima libertad de elección por parte de la población, ésta será siempre quien establezca si se consume o no aceite de oliva y aceitunas de mesa, qué tipos se consumen, a qué distribuidor o en qué punto de venta se adquieren.

En segundo lugar, depende de la habilidad de las empresas, o demás formas de organización indicadas, interpretar los gustos y costumbres de los consumidores para lograr que éstos elijan los productos expuestos para la venta.

En la medida en que las empresas adopten las actitudes y las conductas señaladas, se dice que están «orientadas hacia el marketing».

En resumen, cuanto más se apoya una empresa en el consumidor como árbitro de las propias decisiones de compra, tanto más se dice que está «orientada hacia el marketing».

POSIBLES CONSECUENCIAS

De lo expuesto se desprenden algunas implicaciones, tanto si se trata de empresas de producción como de verdaderas organizaciones de distribución (tiendas tradicionales, cadenas de compra, grandes almacenes, etc.).

Para hacer marketing hay que tener en cuenta el entorno en que operan las empresas. Cabe distinguir entre el macroentorno y el microentorno. El macroentorno incluye el nivel de renta *per cápita* de un país, el nivel de empleo, el grado de industrialización, etc. Incluye, además, la religión predominante, el tipo de cultura y de nivel social de sus habitantes, su grado de escolarización, las costumbres, las tradiciones, el modelo de agregación social predominante, etc.

Hay que añadir, además, el nivel tecnológico organizativo del país, el tipo de industria que predomina, el grado de organización de la distribución, etc.

Por último, el macroentorno comprende el sistema político vigente con el conjunto de leyes, reglamentos, sistemas de control de calidad y, de forma más general, de la salud pública.

Todos estos componentes del macroentorno condicionan o favorecen en mayor o menor medida el desarrollo del consumo de aceite de oliva y de aceitunas de mesa.

Por ejemplo: en los países con una renta *per cápita* elevada y con un avanzado sistema de distribución se dan sin duda las mejores condiciones para difundir el consumo de aceite de oliva y aceitunas de mesa.

No obstante, es posible que tal consumo se vea limitado por hábitos alimentarios basados predominantemente en las grasas animales o vegetales.

Aún más, en las poblaciones con hábitos alimentarios que prevén la utilización de las aceitunas como condimento o como aperitivo (los países mediterráneos consumen muchos platos en los que se utilizan abundantemente las aceitunas), es razonable suponer que una marcada orientación hacia el marketing podría dar resultados fructíferos en términos de difusión del consumo y por tanto de las ventas y los consiguientes beneficios para la empresa.

A los componentes del macroentorno descritos hay que añadir los del microentorno.

Entre éstos hay que citar «nuestra» propia empresa u organización, las empresas competidoras, las proveedoras de aceitunas y de maquinaria para la elaboración de las mismas, el sistema de distribución, compuesto a su vez por tiendas tradicionales, distribución organizada, mayoristas e importadores y, por último, los consumidores finales.

El conjunto de los componentes del macroentorno y del microentorno constituyen globalmente, debido a las interrelaciones que se establecen entre ellos, el sistema de marketing.

El sistema de marketing del aceite de oliva y de las aceitunas de mesa constituye, a su vez, la base para el desarrollo de cualquier acción de marketing. En efecto, toda empresa o entidad organizada concreta habrá de tener en cuenta todos los componentes del sistema citado.

Así, en los países con normativas sobre alimentación menos estrictas podrán comercializarse aceites de baja calidad; de igual forma, en los países con una elevada renta *per cápita* la distribución podrá ser más capilar, y los precios diferenciados según la calidad del aceite de oliva y de las correspondientes aceitunas de mesa. No sólo eso: la competencia también será más encarnizada y los consumidores estarán más informados y serán más exigentes. De lo dicho se desprende que el sistema y las acciones de marketing están estrechamente relacionados: no se puede hacer marketing si no se conoce el sistema de marketing en el que opera cada empresa.

ASPECTOS METODOLÓGICOS

Si, como se ha indicado, hacer marketing del aceite de oliva y de las aceitunas de mesa significa conocer las variables que componen el sistema de marketing en el que opera cada empresa, también es verdad que los gustos cambian, las leyes se perfeccionan, la renta *per cápita* de las poblaciones cambia, el sistema distributivo evoluciona, aumenta la competitividad en el plano nacional e internacional, etc. De ello se desprende que para mantener viva la orientación hacia el marketing hay que adoptar un enfoque metodológico adecuado.

A este enfoque lo denominamos proceso de planificación de marketing.

Consiste en el conjunto de acciones que deben adoptarse para que los consumidores finales compren nuestra marca de aceite en lugar de otras, consiguiendo así nuestros propios objetivos de beneficio.

El hecho de que estas acciones tengan que estar previstas con anterioridad se debe precisamente a la filosofía del marketing, según la cual las tendencias y las evoluciones del entorno exterior determinan las decisiones que las empresas deben adoptar hoy para estar en condiciones de satisfacer las exigencias de los consumidores en el futuro.

PROCESO DE PLANIFICACIÓN DE MARKETING

Cualquier empresa, ya sea de producción o de distribución, debe adoptar el proceso de planificación de marketing como metodología para demostrar que está orientada hacia el marketing.

De poco sirven los esfuerzos por ofrecer aceite de oliva y aceitunas de mesa a bajo precio si los consumos del país son limitados; de poco sirve ofrecer maravillosas aceitunas de mesa si la cocina de ese país y las costumbres alimentarias no prevén el consumo de aceitunas.

Lo que importa es saber si las costumbres evolucionan y en qué dirección, si los gustos cambian o no.

En definitiva, conviene saber si en determinado mercado existen posibilidades, incluso latentes, de difundir el consumo de aceite de oliva y de aceitunas de mesa y en qué medida.

Lo mismo puede decirse de la publicidad: será poco eficaz si las condiciones del entorno inducen a consumir productos distintos del aceite de oliva y las aceitunas de mesa.

Interesa, sobre todo, prever una serie de esfuerzos que tengan en cuenta las condiciones ambientales y, sobre la base de éstas, decidir qué acciones poner en práctica.

El proceso de planificación de marketing se articula en fases, sólo conceptualmente diferentes, operativamente integradas las unas en las otras.

Estas fases se describen en el siguiente esquema:

En los párrafos siguientes se describen de forma analítica las distintas fases de este esquema.

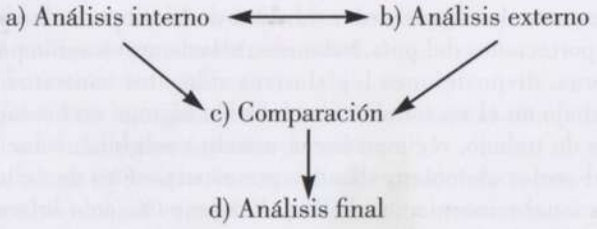
ANÁLISIS DE MARKETING

Este análisis representa la primera fase de cualquier proceso de planificación de este esquema.

Consiste en considerar todos los componentes del sistema de marketing, ya correspondan al macroentorno o al microentorno, así como de los contenedores de información, de los que cada empresa ha de extraer las informaciones que le sean útiles para entender cuáles son los vínculos externos, las oportunidades de mercado y las amenazas derivadas del entorno exterior de la propia empresa.

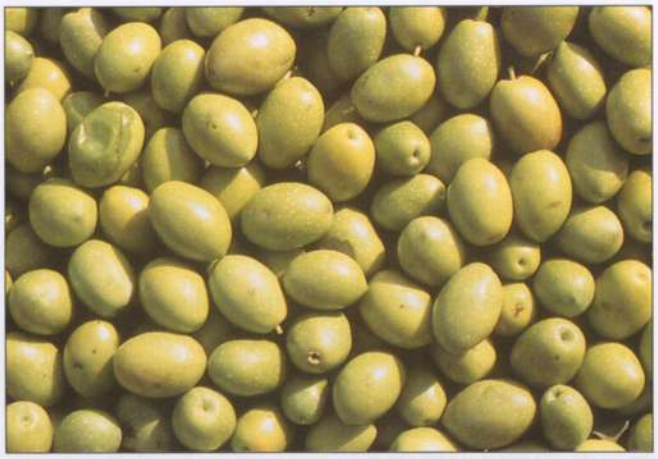
A las informaciones externas hay que añadir las internas, es decir, las relativas a la propia empresa, a su capacidad de gestión, a la calidad de los recursos humanos de que dispone, y a la disponibilidad de recursos en términos de equipos, dinero, sistemas de control de calidad, etc.

En el plano práctico, la fase de análisis se basa en el siguiente esquema:



El análisis interno incluye en particular:

- Evolución de las ventas en los últimos años.
- Estructura de la clientela (cuáles son los canales de venta, en qué tiendas o supermercados estamos presentes...).
- Gama de tipos de aceite vendido (virgen, virgen extra...).
- Evolución de las ventas de cada tipo de aceite.
- Tipos de aceitunas vendidas y correspondiente evolución de las ventas.
- Precios aplicados por tipos de aceite y de aceitunas.
- Actividades promocionales y eficacia de las mismas.
- Acciones publicitarias y su aceptación.
- Cómo perciben nuestros productos los consumidores finales.
- En qué áreas vendemos más y en cuáles vendemos menos.



Fotografía de Gianluca Boetti.

– Cuál es la posición de nuestro producto en el mercado, es decir, qué proporción del consumo total del aceite y de las aceitunas es de nuestra empresa.
– Qué imagen tiene nuestra marca entre los consumidores.

El análisis externo se sirve de dos clases de informaciones: informaciones secundarias e informaciones primarias.

Por informaciones secundarias se entienden todas aquellas que están disponibles por haber sido ya recopiladas por otros. Se incluyen aquí las que pueden obtenerse de fuentes como periódicos, revistas (especializadas o no), anuarios estadísticos, catálogos, folletos, investigaciones de institutos públicos, etc.

De las fuentes secundarias se pueden obtener informaciones como las siguientes: evolución de las importaciones y exportaciones del país, balances de las empresas competidoras, disposiciones legislativas sobre los contratos de trabajo en el sector oleícola, sobre la higiene en los lugares de trabajo, régimen fiscal, estudios sobre la evolución del sector oleícola realizados por asociaciones de ámbito nacional e internacional (P. ej., Consejo Oleícola Internacional).

Por informaciones primarias se entienden todas las que se recopilan por primera vez a partir de fuentes originales.

Son informaciones primarias las que se obtienen directamente de sondeos, observaciones o averiguaciones realizadas de forma sistemática o de manera casual. Algunos ejemplos concretos son los siguientes: observación de la disposición de las botellas de aceite de oliva en los estantes de los supermercados; precios de la competencia; entrevistas a una muestra seleccionada de amas de casa para conocer sus actitudes y conductas de compra, etc.

Mientras que las informaciones internas se consiguen dentro de la propia empresa, tanto las informaciones secundarias como las primarias sólo se pueden obtener adquiriéndolas en las organizaciones que las han recopilado.

Los organismos típicos son las asociaciones, los institutos centrales de estadística, los institutos de investigación (tanto tecnológica como de marketing), las bibliotecas especializadas y las editoriales, o bien las empresas de consultoría.

Así como las informaciones secundarias se pueden adquirir tal como han sido elaboradas, las informaciones primarias pueden obtenerse casi siempre a través de proyectos de investigación encargados a institutos especializados externos.

Breve ejemplo de análisis

Supongamos que la empresa Black & White desea introducir un nuevo tipo de aceite de oliva en el mercado de su país.

El nuevo aceite es de un tipo muy ligero, especialmente indicado para personas de cualquier edad, de las más jóvenes a las más ancianas, que tengan problemas hepáticos, dificultades en la digestión o que, en cualquier caso, prefieran alimentos de sabor muy delicado.

La empresa Black & White ya distribuye en ese mercado una gama de aceites que van desde el tipo normal ligero, y a un precio conveniente, hasta un tipo extravirgen de primer prensado.

Antes de dar cualquier paso, la empresa tendrá que intentar conocer qué posibilidades existen para introducirse en ese mercado.

Cualquier intento de lanzamiento del nuevo tipo de producto que se basara sólo en la experiencia o en la intuición estaría destinado al fracaso.

Se impone un análisis más profundo.

Partiendo de las informaciones internas se empezará por un primer análisis de los canales de distribución empleados hasta ahora por Black & White, para analizar cuáles serían más idóneos para una eventual distribución del nuevo tipo de aceite, y con cuáles ha consolidado una relación comercial desde hace años.

Además, la empresa analizará su fuerza de venta para establecer a qué vendedores o promotores debe confiar el encargo de proponer al mercado el nuevo tipo de aceite de oliva.

Pasando al análisis de las informaciones externas secundarias, tendrá que empezar a profundizar en el conocimiento de la estructura de distribución del propio país para saber, por ejemplo, cuántas farmacias existen y qué disposiciones se aplican a la distribución de ese tipo de aceite a través de farmacias o drugstores.

Asimismo, siempre por lo que se refiere a las informaciones secundarias, será oportuno saber lo que dice al respecto la literatura médica, si existen datos de importación/exportación sobre ese determinado tipo de aceite, etc.

Pasando a la información primaria, Black & White tendrá que intentar conocer si existe un mercado potencial para ese tipo de aceite.

Esto sólo será posible mediante una investigación que se proponga los siguientes objetivos:

– Número potencial de personas que podrían beneficiarse del consumo de un aceite ligero de propiedades médicas.
– Actitudes de los consumidores potenciales ante ese tipo de aceite en lo referente a sabor, envase, precio y canal de distribución.

Puede ocurrir, por ejemplo, que la distribución a través del canal farmacias suscite en los consumidores potenciales una sensación de frustración o que haga pensar que el precio es excesivo.

Cada consumidor interpreta a su manera su relación con los productos que consume, atribuyéndoles unas características psicológicas que deben satisfacer su estado psicofísico, económico y cultural.

Las informaciones internas, confrontadas con las informaciones externas secundarias, más las informaciones primarias, constituyen, por consiguiente, los soportes de información para un análisis adecuado en cualquier proceso de planificación de marketing.

A esta praxis no pueden sustraerse el aceite de oliva ni las aceitunas de mesa.

El ejemplo antes mencionado de Black & White es emblemático.

El mismo procedimiento debería seguirse en cualquier otra situación distinta de la descrita para Black & White.

Es el caso, por ejemplo, de una campaña publicitaria o de promoción en apoyo de nuestra marca de aceites; o de la modificación de la gama de aceites vendidos hasta el momento; o de la valoración de nuestra competitividad en el mercado del aceite de oliva en nuestro país; o, por último, de la elaboración del plan de marketing para los próximos uno o dos años.

En definitiva, no existe ninguna decisión de marketing que pueda tomarse sin el adecuado soporte de análisis.

Este análisis, aparte de ser fundamental para todo proceso de decisión, debe estar formalizado, es decir, ha de quedar registrado por escrito, con objeto no sólo de conservarlo como recordatorio, sino también como punto de referencia dinámico para seguir mejor la evolución de la relación entre cada una de las empresas productoras o distribuidoras de aceite de oliva y de aceitunas de mesa y el propio mercado.

PUNTOS FUERTES Y PUNTOS DÉBILES, AMENAZAS Y OPORTUNIDADES

Del análisis de los datos internos y externos comparados entre sí hay que intentar extraer los puntos débiles de la empresa, en términos de ineficiencias internas, así como los puntos fuertes, es decir los recursos en los que puede confiar más.

Análogamente, en relación con el entorno externo será oportuno poner de relieve las oportunidades de mercado, es decir, las posibilidades de aumentar el volumen de negocios a través de la venta de mayores cantidades de aceite de oliva o de aceitunas de mesa, así como las posibles amenazas, que pueden venir del mundo exterior, representadas por empresas competidoras, productos competidores, etc.

A continuación se presenta un esquema de los principales parámetros que pueden valorarse como puntos fuertes y puntos débiles, así como oportunidades y amenazas para una empresa genérica productora o distribuidora de aceite de oliva o aceitunas de mesa.

Puntos fuertes y débiles

– Fuerza de venta (vendedores directos, agentes, distribuidores...).
– Calidad del producto.
– Número de puntos de venta.
– Situación financiera.
– Sistema de información.
– Imagen de la empresa y del producto.
– Notoriedad (local o nacional).
– Nivel de servicio (tanto a vendedores como a puntos de venta).

Oportunidades y amenazas

– Evolución de la demanda de determinados tipos de aceite o de aceitunas de mesa.
– Dimensiones de las empresas competidoras.
– Eficacia de la fuerza de venta de las empresas competidoras.
– Nuevos competidores emergentes.
– Nuevas normas fiscales.
– Nuevas normas retributivas.
– Disminución de la demanda.
– Productos distintos del aceite de oliva (P. ej. aceite de semillas de cacahuete o de maíz).
– Evolución demográfica.
– Desastres naturales (heladas, incendios, etc.).
– Cierre de algunos puntos de venta.

Cada uno de los parámetros citados puede convertirse en positivo o negativo según la situación y el momento.

Por esta razón es conveniente seguir la evolución de las variables internas y externas de la propia empresa, para saber cuáles se están convirtiendo en puntos fuertes o en puntos débiles y cuáles se están transformando de oportunidades en amenazas o viceversa.

El análisis de puntos débiles, puntos fuertes, oportunidades y amenazas se puede definir de forma sintética como análisis SOFT (Strengths, Opportunities, Faults, Threads) o SWOT (Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threads).

Algunos ejemplos pueden servir para comprender mejor la importancia del análisis SOFT o SWOT.

Supongamos que en un país cualquiera, por ejemplo España, la distribución del aceite de oliva producido por la sociedad La Toledana se realiza en un 80 % a través de mayoristas locales repartidos por todo el territorio nacional.

Sólo el 20 % de las ventas se produce a través de tres cadenas de supermercados.

Considerando la creciente importancia de la distribución a través de cadenas de supermercados, La Toledana se propone modificar su aproximación al mercado intensificando sus ventas a través de las cadenas de supermercados que todavía no distribuyen su gama de aceites.
Esta tendencia se advierte al leer algunas revistas especializadas en los problemas de la distribución y de las relaciones entre distribución e industria.
En efecto, a lo largo de los últimos tres años la gran distribución ha aumentado su impacto en el mercado en un 20 % respecto a la distribución tradicional (tiendas, venta ambulante, etc.).
Del análisis interno ha resultado que la fuerza de venta de La Toledana no se adapta a tratar con cadenas de supermercados.
Hasta el momento, las gestiones con las tres cadenas en las que La Toledana ya está presente con su propia gama de aceites las ha llevado a cabo el director general.
En adelante habría que disponer de un equipo dedicado exclusivamente a la gestión del marketing para las demás cadenas de supermercados.
En efecto, los supermercados no son simples distribuidores, sino que también desarrollan su propio marketing en cada punto de venta en términos de exposición en los estantes, acciones de promoción, precios competitivos.
Una cosa es tratar con los mayoristas y otra es tratar con los responsables de compras de las diversas cadenas de supermercados, convertidos en verdaderas industrias de la venta o de la distribución, con capacidades contractuales y un volumen de negocios de decenas de millones de dólares.
De la simple comparación entre las dos informaciones indicadas, es decir, por un lado, el crecimiento de los supermercados (y, por lo tanto, la existencia de nuevas oportunidades de venta a través de los mismos) y, por otro, la falta de un equipo adecuado para desarrollar el llamado trade marketing (o marketing hacia la distribución organizada), que constituyen el punto débil interno de La Toledana, surge la necesidad de verificar a fondo la viabilidad de una estrategia de marketing orientada a las cadenas de supermercados y a la puesta a punto de los recursos necesarios para llevar a cabo esa nueva estrategia.

Fotografía de Gianluca Boetti.

Además del punto débil mencionado es posible que salgan a la luz otros, como la escasa capacidad financiera de La Toledana, el escaso conocimiento de los comportamientos de compra de las distintas cadenas de supermercados y de sus capacidades de absorción de botellas de aceite, las condiciones de compra, los soportes promocionales que demandan, etcétera.
Además, es posible que aparecan amenazas, representadas por las otras empresas competidoras que estén más afirmadas en ese canal de distribución, o barreras de entrada representadas por empresas competidoras ya establecidas en las nuevas cadenas y donde La Toledana aún no está presente.
En resumen, si bien es cierto que para hacer marketing hay que saber satisfacer las exigencias de los interlocutores a los que pretendemos dirigirnos, también es cierto que hay que conocer y analizar esas exigencias antes de adoptar determinadas orientaciones que podrían resultar catastróficas para la empresa.
A la misma regla está sujeto el marketing del aceite de oliva y de las aceitunas de mesa.
El proceso de análisis será tanto más eficaz y expeditivo cuanto más se haya alimentado el sistema informativo de marketing de la empresa de forma sistemática.

FASE DE DECISIÓN

La fase decisoria incluye el conjunto de orientaciones, actuaciones y medidas que la empresa productora o distribuidora de aceite de oliva o aceitunas de mesa adopta de acuerdo con el análisis al que antes se ha hecho mención.
La fase decisoria comprende lo siguiente:
- Definición de los objetivos de marketing.
- Elaboración de una estrategia de marketing adecuada.
- Preparación del correspondiente programa de actuaciones.

Cada uno de los puntos a), b) y c) será tanto más fácil de poner a punto cuanto más completa, profunda y formalizada haya sido la fase de análisis, es decir, haya quedado registrada en algún tipo de soporte, ya sea informático o en papel.
Sólo así será posible completar el proceso de planificación de marketing disponiendo de un documento que constituya también el punto de referencia para todas las funciones empresariales, y no sólo para las funciones comerciales.

DEFINICIÓN DE LOS OBJETIVOS DE MARKETING

Estos objetivos pueden variar dependiendo de lo que haya resultado del análisis SOFT (o SWOT) y de las intenciones de la alta dirección.

He aquí algunos posibles objetivos de marketing:
- Incremento de un punto y medio de la cuota de mercado actual.
- Aumento de un 10 % de los beneficios del próximo año.
- Reforzamiento de la imagen empresarial en el canal de distribución tradicional.
- Introducción en dos nuevas cadenas de supermercados durante el próximo año.
- Mejora de la rentabilidad de nuestras ventas.
- Aumento del volumen de ventas en litros de aceite de oliva, a través de los canales de distribución ya afianzados.

Estos objetivos se pueden establecer por separado o más de uno a la vez. Lo importante es que sean realistas y mutuamente coherentes.

Así, mientras que es probable que el reforzamiento de nuestra imagen ante los consumidores consiga que aumente el volumen de ventas y, por consiguiente, los beneficios en los canales en los que nuestra marca de aceite ya está presente, no podrá ocurrir lo mismo si el objetivo principal sigue siendo el aumento del volumen de venta y la mejora del rendimiento de dichas ventas.

Puede suceder que a un aumento en el volumen de ventas corresponda un rendimiento menor, debido a los mayores descuentos que se hayan concedido a las tiendas o puntos de venta que adquieran mayores cantidades de aceite.

En efecto, es probable que esos puntos de venta hayan tenido que desarrollar a su vez alguna actividad promocional para que los consumidores finales adquirieran un número mayor de botellas de aceite de nuestra marca.

Los objetivos empresariales, por otra parte, pueden ser cualitativos y cuantitativos.

Al primer grupo pertenecen los objetivos de imagen, notoriedad, fidelidad de la clientela a nuestra marca, etc., mientras que al segundo grupo pertenecen los objetivos de cuota de mercado, volumen de ventas, beneficios, etc.

ELABORACIÓN DE LA ESTRATEGIA DE MARKETING

Por estrategia de marketing hay que entender el conjunto de modalidades, políticas, criterios o instrumentos de marketing con los que se decide alcanzar los objetivos antes mencionados.

El conjunto de políticas de marketing coordinadas entre sí constituye el llamado marketing mix, que no es más que la combinación de políticas o instrumentos que permiten optimizar la relación entre la propia empresa y el mercado.

Las variables que componen el marketing mix son:
- Producto.
- Distribución.
- Precio.
- Comunicación.

Por influencia de la literatura anglosajona, estas variables se conocen también como «las cuatro P», es decir: Product, Price, Place, Promotion.

Analicemos las cuatro variables una por una.

Producto

El producto (o productos), en nuestro caso el aceite de oliva y las aceitunas de mesa, se puede considerar desde el punto de vista físico o desde el punto de vista conceptual.

El punto de vista físico lo dan todas las características físicas, organolépticas, de sabor, etc., relativas al producto como entidad física.

En el caso del aceite de oliva y de las aceitunas de mesa, el producto, desde el punto de vista físico, está determinado sustancialmente por el color, el sabor y los índices de acidez.

En el caso de las aceitunas de mesa, son determinantes el sabor, el tamaño de cada aceituna, la salmuera en la que están conservadas, el envase y poco más.

Sin embargo, lo que cuenta no es tanto el juicio de quien produce aceite de oliva o aceitunas de mesa sino el parecer de los consumidores finales, de quienes depende el mayor o menor éxito del tipo de productos que se lancen al mercado.

Al producto como entidad física hay que añadirle otro aspecto, el conceptual, que incluye el conjunto de simbolismos que cada consumidor ha establecido no sólo en relación con el aceite en sí y por sí, sino también en razón de la funcionalidad y de la forma de las botellas, de las etiquetas, del cierre, etc.

Por tanto, desde el punto de vista del marketing del aceite de oliva y de las aceitunas de mesa, debe entenderse no tanto lo que la empresa considera que es o que debe ser, sino lo que el consumidor establece o considera que es.

Si es cierto que hacer marketing significa satisfacer las necesidades y los deseos de los consumidores, entonces no queda sino poner en el mercado los productos que los consumidores prefieren.

El juicio del consumidor sobre el producto depende de muchas causas: el nivel cultural, las tradiciones, el tipo de información que posea con respecto a éste o aquel tipo de aceite, la edad, los gustos estéticos, el nivel de renta, etc.

Todas estas variables, junto con los aspectos físicos y la importancia que los consumidores les conceden, contribuyen a la formación de una idea o concepto de producto concreto en el caso de cada consumidor.

De lo expuesto hasta aquí se deduce que la posición del producto en el mercado está constituida por una fusión de elementos físicos y aparentes.

Según el segmento de mercado, es decir, las tipologías de consumidores a las que pretendemos dirigirnos, el producto aceite de oliva o aceitunas de mesa asume connotaciones propias sobre la base de cuáles de esos consumidores lo preferirán a otros productos.

Entonces ¿qué tipo de producto o productos tendrán que poner las empresas en sus mercados para que sean adquiridos por el mayor número posible de consumidores y en el mayor número de países posible?

Para establecerlo, habrá que realizar los correspondientes análisis de marketing (Ver párrafo Análisis de marketing).

Los parámetros que más contribuyen a definir el producto

aceite de oliva o aceitunas de mesa que hay que proponer al mercado son los siguientes:

– Para el aceite:
- Características fisicoquímicas (acidez, grasas, etc.).
- Sabor.
- Color y aspecto (más o menos verde, más o menos amarillo, transparente, «limpio»).
- Envase (botella, lata, forma del envase, comodidad de manejo, capacidad, cierre, facilidad de vertido, color exterior, etc.).
- Etiquetado (grado de comunicabilidad, legibilidad, mensajes que contiene, especificaciones organolépticas, etc.).

– Para las aceitunas de mesa:
- Tamaño (más o menos grandes, más o menos pequeñas).
- Con o sin especias.
- País de origen (España, Marruecos, Italia...).
- Verdes o negras.
- Envasadas o a granel.
- Tipo y forma de envasado (botes grandes, pequeños, de color, transparentes, bolsitas de plástico, etc.).
- Cierre y facilidad de acceso al envase.
- Etiquetado (a los lados, encima...).

Concebido así, el producto constituye la integración de distintas variables y va mucho más allá del simple producto físico.

Cuanto más corresponda a las expectativas de los consumidores finales, más probabilidades existen de que el producto sea eficaz.

Dos operarios colocan las aceitunas recogidas en una banasta. (Fotografía de Gianluca Boetti).

En definitiva, los productos aceite de oliva y aceitunas de mesa, dada su condición de conjunto integrado de parámetros, han de ser considerados y proyectados por las empresas productoras y distribuidoras de forma que sean del agrado de los consumidores finales, de quienes depende el éxito o el fracaso de la política de producto que se desarrolle.

Distribución

Como instrumento de marketing, por distribución se entiende el conjunto de acciones que permiten que los productos lleguen lo más cerca posible de los consumidores, partiendo del supuesto de que cuanto más se encuentren éstos en situación de disponer o acceder a la compra de los productos preseleccionados en el momento en que los necesitan, más probabilidades existen de que los adquieran y consuman.

También en la distribución, como en el caso del producto, hay que considerar dos aspectos: la distribución física y la elección de los canales a través de los cuales los productos están disponibles para la compra.

Tanto para el aceite de oliva como para las aceitunas de mesa se plantea el problema del transporte o traslado desde la fábrica hasta los puntos de distribución o de venta, o hasta los consumidores finales.

Este aspecto de la distribución constituye la distribución física. Sin la distribución física, ni el aceite de oliva ni las aceitunas de mesa serían adquiridos por muchos consumidores y se pondrían rancios en los depósitos de origen.

Por ejemplo, sin distribución física no se producirían intercambios de aceite de oliva y de aceitunas de mesa de Grecia a Italia, de Italia a Alemania, de España a Italia y a otros países de Europa, de Italia a Estados Unidos, y así sucesivamente.

Por supuesto, los grandes consumos actuales se han alcanzado gracias a la difusión de los medios de transporte con costes reducidos.

Teniendo en cuenta, sin embargo, que la distribución física implica de por sí ciertos costes, al hacer marketing habrá que procurar que la organización de la propia distribución, que no comprende sólo los transportes, sino también los depósitos periféricos y los correspondientes costes de mantenimiento y movilización, sea la más conveniente, de acuerdo con el valor que pueda atribuirse al producto, tal como lo hemos definido anteriormente.

Además de la distribución física, para hacer marketing del aceite de oliva y de las aceitunas de mesa es necesario ocuparse del otro aspecto referente al instrumento de distribución de marketing: la elección de los canales a través de los que los consumidores finales están en condiciones de adquirir el aceite y las aceitunas.

Los canales de distribución incluyen a mayoristas, tiendas tradicionales, vendedores ambulantes, organizaciones de venta como las cadenas voluntarias, consorcios de reventa, supermercados, etc.

Cada país cuenta con sus propias estructuras de distribución, que dependen del nivel de organización, las características geográficas, las tendencias políticas, etc.
Los canales de distribución pueden ser más o menos largos. Por ejemplo, cuando el aceite y las aceitunas se trasladan directamente desde el depósito del productor al depósito central de una gran cadena de distribución, o cuando se venden por teléfono o por catálogo postal, se trata de un canal corto.
De hecho, el traslado del productor al consumidor se da en un solo paso o es incluso directo.
Por el contrario, cuando el aceite de oliva o las aceitunas de mesa salen de un país productor extranjero y llegan al depósito del importador, que a su vez los distribuye a mayoristas locales y éstos a pequeñas tiendas periféricas, nos encontramos ante un canal largo.
Resulta evidente que cuanto más largo sea el canal, mayores serán los costes que se añadan debido a cada uno de los pasos de un operador a otro.
Por otra parte, cuanto más organizada esté la estructura de distribución de un país, con un número limitado de tiendas tradicionales y pocas grandes cadenas de distribución, mayores serán las economías de escala en la distribución, puesto que se reduce sensiblemente el número de traslados físicos y los transportes se pueden efectuar con medios de gran cabida.
La elección de un canal u otro depende de muchos factores: dimensión de las empresas productoras, posición conceptual de los distintos tipos de aceite de oliva o aceitunas de mesa presentes en el mercado, amplitud del mercado que hay que abastecer, grado de dispersión demográfica, etc.

Precios

Si bien los precios se consideran fundamentales para favorecer la evolución de los intercambios, tanto dentro de un país como entre países distintos, no ocurre lo mismo cuando se hace marketing de un producto específico.
Aunque representa un importante instrumento de marketing, hay que considerar el precio como una de las variables del marketing mix, junto con el producto, la distribución y otras variables.
De nada serviría disponer de un aceite de oliva de óptima calidad si no se distribuye de forma que llegue a proximidad de los consumidores y no se da a conocer a éstos su disponibilidad en los distintos canales con medios idóneos.
El precio del aceite de oliva y de las aceitunas de mesa se puede establecer tomando en consideración varios aspectos.
Si se pretende aplicar una política agresiva y de penetración, probablemente se adoptarán precios más bajos que los de la competencia para aceites de igual calidad, con objeto de animar a los consumidores a comprar nuestro tipo de aceite.
En esta hipótesis, habrá que evitar el riesgo de que el consumidor piense que a un precio bajo le corresponde también una baja calidad.
Por consiguiente, una cosa es la agresividad frente a los competidores y otra es la agresividad frente al consumidor.
La política de precios depende, además, de los márgenes de beneficio que se deseen conseguir, o de los canales de distribución elegidos, o de las cuotas de mercado que se deseen conquistar.
Cuando se hace marketing, la política de precios se aplica básicamente en función del mercado y de los objetivos de mercado, y por lo tanto en función de los beneficios de la empresa.
Los precios se determinan sólo en parte por los costes: éstos se toman en consideración para establecer la rentabilidad mínima que la empresa debe alcanzar para sobrevivir y prosperar a largo plazo.
En general, cabe afirmar que las políticas de precios pueden variar según el tipo de relación que se pretende establecer con el mercado.
Así, si pretendemos situarnos en el segmento alto del mercado, y por lo tanto con aceites de gran calidad, como los aceites vírgenes extra o los muy puros y ligeros, todos con niveles bajos de acidez y además presentados en envases muy atractivos, entonces se podrán aplicar precios altos, con márgenes de beneficio muy remuneradores.
Es casi indudable que este tipo de política de producto hará que el consumo se limite a quienes dispongan de una renta superior a la media nacional, o prefieran aceites de calidad, aunque sean más caros que los otros que ofrece el mercado.

Distintos envases de aceite expuestos en estanterías.

Puede añadirse, además, que si a la calidad intrínseca del aceite le unimos una imagen de marca de prestigio o de calidad, derivada de la tradición, de la constancia de calidad del producto mismo o de la importancia del punto de venta (los aceites distribuidos a través de tiendas de alto nivel siempre son más caros, pero también de mejor calidad), también las correspondientes políticas de precios deberán ser las adecuadas para esa imagen de prestigio.
Conviene señalar que si los tipos de aceite comercializados no poseen los requisitos indicados deberán adoptarse políticas de precios competitivos, diferenciados por áreas, con ofertas especiales o acciones promocionales dirigidas a resaltar los precios bajos más que los requisitos del aceite y, por consiguiente, la marca correspondiente.

Comunicación

Por comunicación hay que entender todas aquellas acciones dirigidas a dar a conocer algún aspecto del aceite que se pretende introducir o mantener en el mercado.
La comunicación forma parte, como se ha expuesto, de los típicos instrumentos de marketing, y por consiguiente de la estrategia de marketing mix.
Dentro de este ámbito hay que distinguir entre los instrumentos y las modalidades de comunicación.
Los instrumentos, o medios, comprenden todas las formas de comunicación visual y audiovisual, como la publicidad, la promoción y la venta personal.
Un requisito fundamental de la comunicación, para que sea eficaz, es la capacidad de suscitar reacciones en los destinatarios, en general los consumidores finales.
Con objeto de que la comunicación se transforme en un instrumento eficaz de marketing, una buena norma es que, antes de emprender cualquier campaña de comunicación, con cualquier tipo de medio, se analicen no sólo los comportamientos de compra de los consumidores finales, sino también sus actitudes ante el consumo de aceite y de aceitunas.
A través del análisis de los comportamientos se valoran el consumo, la frecuencia de compra, los canales de distribución en los que se compran el aceite y las aceitunas, etc.
Con el análisis de las actitudes se valoran las razones de determinadas preferencias, las expectativas referentes a los distintos tipos de aceite y a las distintas marcas, las indicaciones psicológicas dirigidas a las distintas formas de alimentación, etc.
Del análisis de las actitudes se extraen indicaciones indispensables para orientar cualquier acción de comunicación; del análisis de los comportamientos se obtienen orientaciones sobre las tendencias del consumo.
Una actitud típica es la interpretación que cada uno hace del aceite como alimento saludable, que no contiene grasas, etc.
Si ésta fuera la interpretación predominante, también la comunicación debería subrayar las cualidades saludables del aceite de oliva.
Por el contrario, si la interpretación fuera que se trata de un producto poco saludable, o de escepticismo, la comunicación debería orientarse hacia una recuperación de la credibilidad por parte de los consumidores potenciales.
Del análisis de las actitudes y de los comportamientos de los consumidores, en lo que se refiere al consumo de aceite de oliva en general y de varios tipos de aceite o de varias marcas, se extraen indicaciones útiles para orientar las acciones de comunicación.
Por lo que respecta a los medios, las posibilidades de elección son casi infinitas: desde la publicidad en televisión o en radio hasta las vallas; desde las publicaciones especializadas hasta los carteles colocados en el interior de los puntos de venta; desde los catálogos de venta por correspondencia hasta el mailing, etc.
Los instrumentos promocionales, que también forman parte de la comunicación, incluyen todas las acciones dirigidas a estimular el consumo de aceite y de aceitunas de forma directa, proponiendo distintas clases de ventajas.
La fórmula más típica son las degustaciones gratuitas, las ofertas especiales, los descuentos por cantidad, la concesión de premios por sorteo, la entrega de obsequios y muchas otras.
La venta personal es la que desarrolla cada miembro de la empresa obteniendo de forma directa o indirecta algún resultado en términos de aumento de las ventas.
Son ejemplos típicos de venta personal las conferencias que el director general de una empresa celebra ante círculos o clubs de personas interesadas por la ergonomía y la alimentación sana, así como las visitas puerta a puerta de los vendedores.

ELABORACIÓN DEL PLAN DE MARKETING

Una vez definidas las políticas de marketing, es necesario ponderarlas, esto es, decidir en cuál de ellas se va a insistir con más fuerza; en otras palabras, en qué medida se va a confiar en los precios, en la publicidad o la comunicación en sentido amplio, en el producto y en los canales de distribución.
La combinación de las distintas dosificaciones de cada uno de los instrumentos de marketing constituye el marketing mix.
Este último, en su conjunto, constituye la estrategia de marketing, es decir, la modalidad con la que se piensa establecer la relación entre la empresa y el mercado seleccionado.
La adopción de uno u otro marketing mix tiene distintas consecuencias para la organización y para el flujo de los recursos, ya sean monetarios o de otro tipo (plantilla, medios de transporte, etc.), tanto de entrada como de salida.
Todo ello debe quedar formalizado en un documento denominado plan de marketing.
Este documento refleja de forma cuantitativa y cualitativa la síntesis de todo el proceso de planificación de marketing mencionado hasta este momento.

Resulta útil por varias razones:
- Es un instrumento guía para gestionar y mantener bajo control la evolución de la relación entre la empresa y su mercado.
- Pone de relieve vínculos internos y externos en cuyo marco pueden adoptarse las acciones de marketing.
- Favorece la coordinación de las distintas funciones empresariales según la dirección de marketing adoptada.
- Garantiza la posibilidad de medir las desviaciones respecto a lo decidido, y de corregir las actuaciones a lo largo del recorrido.
- Favorece la formación de una cultura empresarial orientada hacia la planificación de marketing.

En resumen, a través del plan de marketing se tiende a la optimización de la relación empresa/mercado.

Cómo elaborar el plan de marketing

Al igual que todos los documentos de cierta importancia, el plan de marketing presenta una estructura determinada. A continuación presentamos un ejemplo típico:
- Introducción o análisis.
- Análisis de los recursos disponibles.
- Valoración SOFT.
- Objetivos y estrategias.
- Programas de acción.
- Análisis cuantitativo.

Introducción o análisis

Presenta la valoración de los resultados del año pasado o del año que va a finalizar y pone de relieve no sólo las causas principales, sino también las variables del macroentorno que pueden influir o condicionar la evolución del año próximo o de los años siguientes.

Entre las variables macro pueden mencionarse la evolución de la economía en general y las posibles influencias sobre el consumo de distintos tipos de aceite de oliva. Es evidente que los aceites de oliva de más calidad podrán consumirse menos si las condiciones económicas del país favorecen el consumo de tipos de aceite de menor calidad pero también de menos precio.

Otra variable macro puede ser la evolución más o menos rápida de la estructura de distribución, como soporte indispensable para la difusión del consumo de aceite de oliva y de aceitunas de mesa.

Otras indicaciones útiles pueden ser las orientaciones de los consumidores hacia consumos de aceites de calidad debido a una simple sensibilización respecto a las formas de alimentación menos ricas en grasas y en ácidos.

Análisis de los recursos disponibles

A este respecto se entienden por recursos tanto los tangibles (dinero, equipamiento, plantilla, etc.) como los intangibles (calidad de la plantilla, nivel de los servicios prestados, puntualidad de las entregas, imagen empresarial o de marca entre los consumidores finales, etc.).

En este apartado se relacionan los recursos disponibles que de alguna manera pueden influir o condicionar la futura evolución de la relación entre nuestra empresa y sus propios mercados.

Análisis SOFT (Strengths, Opportunities, Faults, Threads)

Este análisis mide la relación entre nuestra empresa y el mercado. Las preguntas típicas que hay que hacerse son, al menos, las siguientes: ¿En qué medida gustan los tipos de aceite de oliva y de aceitunas de mesa que ponemos en el mercado? ¿En qué medida resulta eficaz nuestra distribución física? ¿En cuántos canales de distribución estamos presentes? ¿Cuál es la imagen de nuestra marca? ¿Cómo nos perciben los consumidores respecto a nuestros mayores competidores? ¿Hemos aprovechado las oportunidades que ofrecen las nuevas tendencias de los consumidores?

Para cada una de estas preguntas y para muchas otras más será necesario emitir un juicio, que podrá situarse en una escala de 1 a 10, según la intensidad que se atribuya a cada respuesta.

El hecho de que las respuestas sean subjetivas no tendría que favorecer la parcialidad. Lo que importa es que cada juicio se emita en función de la relación entre la propia empresa y el mercado.

De poco vale sostener que la calidad del aceite es elevada: lo que importa es que lo reconozcan también los consumidores o que se den cuenta. Además, si nuestros precios no se pueden mantener por debajo de determinados niveles, no es un problema de los consumidores, sino de nuestra empresa.

En los regímenes democráticos, el éxito o el fracaso de los productos se atribuye a los consumidores finales: lo que cuenta es saber amoldarse a sus expectativas.

Por lo demás, es cierto que algunos consumos se ven estimulados por distintas formas de publicidad; esto significa que de alguna manera los consumidores ya estaban disponibles para acoger los mensajes que se les transmitieron.

A través de las distintas formas de comunicación no se ha hecho más que poner de manifiesto esa disponibilidad.

Las necesidades de los consumidores no se crean: de una forma más o menos latente, más o menos subconsciente, deben existir de antemano.

Quien siempre haya consumido grasas vegetales o animales y poco a poco se convierte en consumidor de aceite de oliva ya tenía una necesidad de nutrición expresa: el paso gradual al consumo de aceite de oliva ha modificado la manera de satisfacer esa necesidad, pero la necesidad ya existía, y era manifiesta.

Si acaso, se podrá decir que las necesidades evolucionan de acuerdo con el desarrollo cultural, con las tradiciones, que se van debilitando progresivamente y van tomando el significado de valores de referencia simbólicos, con las formas de vida y sus correspondientes exigencias alimenticias, etc.

Objetivos y estrategias

Constituyen la verdadera fase de decisión de cualquier proceso de planificación de marketing.

Esta fase implica establecer hoy lo que habrá que hacer mañana. Para ello se recurre, una vez más, a los análisis e informaciones relativas al estado de nuestra empresa en lo que respecta a los consumidores, los competidores, los canales de distribución, etc.

En resumen, cuanto mayor sea el nivel de información disponible en la empresa, más conscientes serán las decisiones que se tomen.

Por objetivos se entienden los resultados que se pretende alcanzar en un determinado plazo, que puede oscilar entre unos meses y uno o más años, según el tipo de productos tratados. Por ejemplo, para el aceite de oliva y las aceitunas de mesa se puede hablar de objetivos trimestrales, anuales o plurianuales, mientras que para los cultivos oleícolas unos objetivos razonables tendrán que ir de anuales a plurianuales, debido a la diversidad de los ciclos de producción.

Pueden resultar útiles algunos ejemplos de objetivos para el aceite de oliva y las aceitunas de mesa:

- Trimestrales (semestrales): recuperación del 0,5 % de las ventas, ventas de *x* quintales de aceitunas, etc.
- Anuales: incremento de un *x* % en los beneficios, en los ingresos brutos, en el volumen de ventas; o, por ejemplo, introducción en x tiendas de venta, logro de una cuota de mercado *x* en las áreas a, b y c, mejora de la imagen de nuestra marca de aceite, etc.
- Plurianuales: introducción en las cadenas de distribución A, B y M con un aumento de los volúmenes de venta de un 30-35 % respecto a los actuales; o bien conquista de los mercados C y F, etc.

En relación con el aceite de oliva y las aceitunas de mesa son posibles, pues, los tres tipos de objetivos anteriormente indicados.

En la práctica los objetivos trimestrales o semestrales, así como los anuales, se definen también como objetivos operativos, ya que tienden a obtener resultados a partir de los recursos existentes.

Por tanto, son objetivos operativos, ya que se proponen conseguir resultados sin modificar la relación empresa-mercado, sino tendiendo simplemente a optimizarla sin alterar los parámetros empresariales y, por consiguiente, las actitudes ante el mercado.

Los objetivos plurianuales se denominan también estratégicos, no sólo porque para su realización se requieren plazos largos, sino porque de alguna manera se proponen modificar la relación entre la empresa y sus mercados, utilizando recursos amplios añadidos o distintos de los existentes.

Por estrategia se entiende el conjunto de modalidades, en este caso el mix, encaminadas a alcanzar esos objetivos.

Se trata de las distintas combinaciones posibles entre producto, precio, distribución y comunicación ya señaladas.

La combinación elegida constituye, precisamente, el marketing mix.

En realidad, la estrategia de marketing y el marketing mix son la misma cosa: ambos se proponen servirse de las distintas variables o instrumentos de marketing para optimizar la relación de la empresa con el mercado.

Tanto los objetivos como la estrategia de marketing serán realizables siempre que:

- Sean realistas, es decir, realizables sobre la base de los gustos actuales de los consumidores y con los recursos de que dispone la empresa.
- Se indiquen los plazos y las acciones específicas necesarias.
- Estén formalizados, es decir, estén escritos e incluidos en el plan de marketing.

Programa de acción

Comprende la sucesión de actuaciones necesarias para conseguir que lo decidido al establecer los objetivos y estrategias se haga realidad en los plazos y con arreglo a los costes previstos.

El programa de acción debe reflejar las políticas de marketing y la filosofía básica de la empresa; además, constituye la fase en la que se tiene oportunidad de comprobar si lo que se ha decidido ha tenido éxito o no entre los consumidores.

Las acciones deben decidirse además de forma oportuna y adecuada para los objetivos y estrategias de marketing; por consiguiente, deben indicarse de la forma más analítica y secuencial posible.

Para la realización de un plan de marketing operativo anual de una empresa oleícola, las acciones previsibles son muy variadas: van desde la contratación de uno o más vendedores hasta la compra de un furgón, la formación de los vendedores, la puesta en marcha de una campaña publicitaria, de una o más acciones promocionales, etc.

Es fundamental que cada una de ellas se ejecute de acuerdo con una secuencia de tiempos preestablecida.

Por consiguiente, también el programa de acción debe figurar en el plan de marketing, puesto que constituye una parte integrante del mismo.

A continuación se ofrece un esquema de referencia para un programa de acción:

Acciones	semana 1	semana 2	semana 3
Compra furgón			
Contratación vendedor			
Lanzamiento ac. promoc.			
Revisión			
Etiquetas nuevas			
Publicidad TV			

A cada acción corresponden una fecha inicial y otra final entre las que deben llevarse a cabo, a fin de que coincida

con la evolución prevista en el mercado y, sobre todo, que esté coordinada con los objetivos y con las demás acciones.

Supongamos, por ejemplo, que al definir los objetivos y las estrategias de marketing se ha decidido aumentar la penetración en una o dos cadenas de supermercados de alimentación.

Supongamos, además, que se ha acordado con la dirección general de esas dos cadenas el desarrollo de una acción promocional con fórmulas de descuentos específicas en función de las cantidades adquiridas por cada consumidor.

No hace falta decir que los preparativos para la acción promocional deben comenzar a tiempo, incluyendo la forma de los carteles, los mensajes transmitidos, los envases, etc.; sobre todo, habrá que procurar que haya existencias de botellas listas para su exposición en los estantes a medida que la acción promocional vaya produciendo sus efectos en términos de aumento de las ventas.

Lo mismo puede decirse de las demás acciones: hay que garantizar su coordinación con los otros objetivos de marketing y, sobre todo, con las demás acciones.

No son infrecuentes los casos de descoordinación de las distintas acciones de marketing, con efectos inevitablemente desastrosos para los resultados de venta y la imagen de la empresa.

Análisis cuantitativo

Presupuesto o cuenta de pérdidas y ganancias. Para que el plan de marketing no sólo sea eficaz desde el punto de vista de la gestión, sino que además sea respetado por todos los miembros de la empresa, debe incluir un presupuesto.

Se entiende por presupuesto la formalización en términos cuantitativos de todo lo que se ha decidido hacer para el año siguiente.

Físicamente adopta la forma de una cuenta de pérdidas y ganancias preventiva.

A continuación presentamos un esquema general de la forma que puede adoptar dicho presupuesto.

Se compone de dos partes: una descriptiva y otra cuantitativa.

La parte descriptiva se subdivide así:

– Análisis de los resultados: se resumen brevemente los resultados del año o período a punto de finalizar, poniendo de relieve las desviaciones respecto a lo previsto en el presupuesto anterior.

Lógicamente, si no había presupuesto el análisis se centrará más bien en los beneficios o las pérdidas que se prevean, aparte de los resultados de venta o de difusión de nuestro aceite de oliva en el mercado.

Este primer apartado debe ocupar un máximo de dos o tres páginas.

– Análisis SOFT: como se ha indicado, este análisis permite comprender hasta qué punto es capaz nuestra empresa de aumentar su penetración en el mercado, a través de la valoración de sus puntos fuertes y sus puntos débiles.

Puesto que se refieren a nuestra situación interna y, por consiguiente, a la capacidad para hacer marketing de la gama existente de aceites de oliva y aceitunas de mesa, los puntos fuertes y débiles deben compararse con las oportunidades que ofrece el entorno externo, y por lo tanto el mercado, aparte de las amenazas procedentes asimismo del exterior.

El análisis de estos cuatro aspectos, o análisis SOFT (Strengths, Opportunities, Faults, Threads), debe ser tan sintético como el anterior, y tal vez aún más. De hecho, es el resultado de otros análisis más amplios y más profundos que se habrán llevado a cabo a lo largo del año o al elaborar el plan de marketing anual.

Por consiguiente, debe configurarse como el resumen de un proceso de análisis dirigido hacia el interior y hacia el exterior, encaminado a poner de relieve los parámetros sobre los que habrá que actuar en la fase operativa.

– Definición de los objetivos: si el análisis de los puntos fuertes, puntos débiles, oportunidades y amenazas se ha llevado a cabo en profundidad, la definición de los objetivos se verá facilitada, ya que podrán definirse los volúmenes, precios, beneficios, niveles de penetración en el mercado, etc., que se pretende alcanzar el año siguiente.

En todo caso, es esencial que los objetivos se expresen en términos cuantitativos: volúmenes (litros, kilogramos, quintales...), beneficios y costes o gastos.

Distintos envases de aceites regionales italianos.

La razón es sencilla: volúmenes, beneficios, costes o gastos son los componentes típicos de cualquier cuenta de pérdidas y ganancias; por lo tanto, también de la cuenta de este tipo de una empresa aceitera.
Asimismo, las acciones deberán llevarse a la cuenta de pérdidas y ganancias, en el sentido de que habrán de cuantificarse los costes previsibles.
Llegados a este punto, no queda sino preparar la cuenta de pérdidas y ganancias.
A continuación, presentamos un esquema general típico de dicha cuenta de una empresa genérica productora de aceite de oliva.
El mismo esquema vale para una empresa que distribuya aceitunas de mesa.

Pérdidas y ganancias

a) Cantidades (volúmenes de venta en litros, kilogramos...).
b) Precios unitarios.
c) Ingresos brutos (a x b antes de los descuentos por cantidad).
d) Descuentos [a deducir de c)].
e) Ingresos netos.
f) Costes directos:
   - Materias primas (aceitunas).
   - Energía.
   - Mano de obra directa (dedicada a la producción del aceite).
g) Margen de contribución bruto [e) menos f)].
h) Gastos promocionales (en cuanto estén directamente relacionados con los volúmenes de aceite que se vendan a lo largo del año).
i) Comisiones (normalmente concedidas a los agentes o representantes).
l) Gastos publicitarios (para la parte que corresponda al año).
m) Gastos de transporte (por traslados del centro de producción a los centros de distribución).
n) Margen de contribución neto [g) menos h) + i) + l) + m)].
o) Gastos de personal.
p) Gastos de administración.
q) Gastos generales.
r) Amortizaciones.
s) Alquileres.
t) Suma de todo lo anterior.
u) Beneficio bruto (antes de impuestos).

Resulta útil hacer algunos comentarios. En primer lugar, hay que aclarar que las partidas que integran la cuenta de pérdidas y ganancias pueden recibir distintas denominaciones según los países; la esencia, sin embargo, no cambia.
Lo que importa es que la estructura de la cuenta permita identificar un primer grupo de partidas de gastos proporcionales (o casi proporcionales) a los volúmenes de venta, y por consiguiente a los ingresos netos; en nuestro esquema, los gastos incluidos en f), h), i), l), m).
De este modo puede saberse hasta qué punto han sido rentables los ingresos por la venta de aceite y de aceitunas de mesa y, más concretamente, en qué medida los márgenes obtenidos cubren los costes fijos, es decir, los incluidos en p), q), r), s), t).
Además, a partir de la cuenta de pérdidas y ganancias se puede calcular el punto de equilibrio ya comentado (ver párrafo Precios).
En nuestro caso, he aquí cómo podría plantearse el cálculo.
Para mayor sencillez, se suman las partidas que representan costes o gastos proporcionales y se calcula su valor unitario. Este valor se compara con los ingresos netos unitarios.
En este punto, volviendo a la fórmula de cálculo del punto de equilibrio se obtiene:

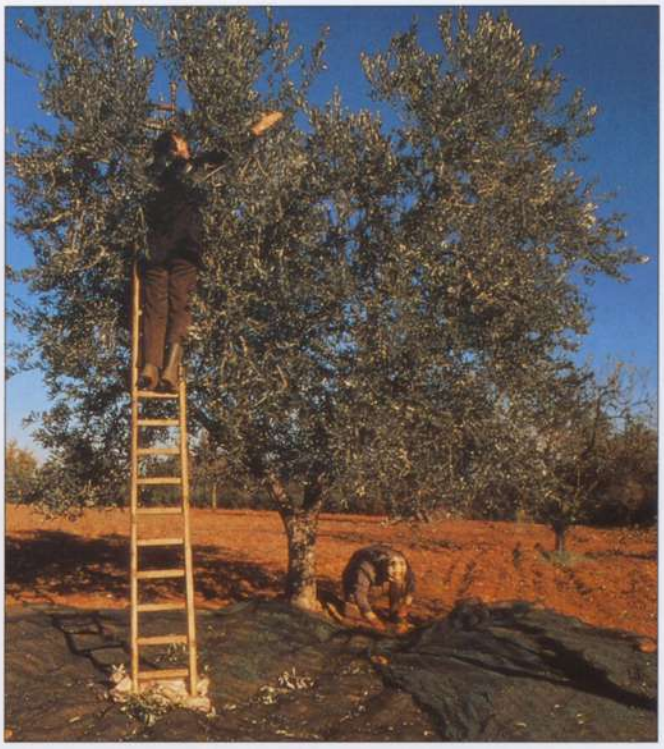
$$\text{Cantidad que hay que vender (incógnita)} = \frac{\textbf{Gastos fijos totales}}{\textbf{Inu - Cvu}}$$

donde: **Inu** = Ingresos netos unitarios
Cvu = Coste variable unitario

La cantidad que hay que producir y vender para conseguir la igualdad entre costes totales (fijos más variables) e ingresos totales será el resultado de la fracción indicada.
Un ejemplo puede aclarar mejor lo que se ha expuesto.
Supongamos una empresa que factura normalmente unos 100 millones de dólares al año.
Sus costes fijos (es decir, los que son independientes de los volúmenes de aceite y aceitunas vendidos) son de 15 millones de dólares al año; el coste unitario de la producción y distribución a los distintos puntos de venta, considerando la capacidad productiva actual, es de 4 dólares por litro franco vendedor, y el precio medio de venta a los distintos puntos de venta es de 6 dólares: ¿cuál será el punto de equilibrio, es decir, el número de litros de aceite que tendrá que vender para cubrir todos los costes que soporta?
El cálculo será el siguiente:

$$\text{q (incógnita)} = \frac{15.000.000}{6 - 4} = 7{,}5 \text{ millones de botellas}$$

Este sencillo ejemplo demuestra que es posible valorar *a priori* el volumen de botellas que habrá que vender (o mejor, que los consumidores tendrán que comprar) para garantizar por lo menos la cobertura de todos los costes de la empresa.
Aunque es cierto que el cálculo tanto de los ingresos unitarios netos medios como del coste directo unitario de cada botella vendida obliga a notables simplificaciones, el cálculo del punto de equilibrio sigue conservando cierta validez.
De forma más empírica y también más inmediata se puede comparar también el margen de contribución neto con la suma de los costes fijos.



Recolección manual de las aceitunas. (Fotografía de Gianluca Boetti).

El resultado puede ser cero, positivo o negativo.
El análisis de las tres situaciones permite establecer *a priori* en qué medida el margen de contribución (el neto mejor que el bruto) cubre el total de los costes fijos.
De ahí la posibilidad de efectuar acciones de marketing para conseguir que los consumidores compren cada vez mayores cantidades de botellas de aceite o aceitunas de mesa que lleven la marca de nuestra empresa; o bien que estén disponibles para adquirir las mismas cantidades a precios más elevados, permitiendo de esta forma obtener mayores márgenes de contribución.
En ambas hipótesis, a igualdad de costes fijos, aumentarían las posibilidades de cobertura gracias a esos márgenes de contribución más elevados.
Todo esto puede suceder si se ha llevado a cabo el proceso de planificación de marketing del que se ha hablado hasta ahora.

CONTROL DE MARKETING

Todas las actividades que entran en el proceso de planificación del marketing se completan con la puesta en marcha de algunos sistemas de control.
Esto mismo se aplica al proceso de planificación de marketing relativo al aceite de oliva y a las aceitunas de mesa.
Las razones son varias:

– Permite apreciar si lo que se ha decidido se ha llevado a cabo.
  En efecto, retrasos, omisiones, desviaciones del programa de acción están a la orden del día.
  Es suficiente retrasar un mes la contratación de un vendedor o de un jefe de área, la compra de un vehículo para el transporte, o bien no realizar a tiempo una acción de promoción o de comunicación, para comprometer los resultados económicos previstos en el presupuesto.
– Proporciona elementos para establecer si los resultados económicos obtenidos son satisfactorios o no.
  Es posible que algunas de las decisiones tomadas al definir los objetivos y estrategias de marketing no hayan dado los resultados esperados por diversas razones: porque los competidores han emprendido acciones de marketing especialmente agresivas, porque las acciones de comunicación realizadas no han tenido los efectos esperados, etc.
  No basta ser diligentes al elaborar el plan de marketing: también hay controlar la evolución de los resultados.
  En este sentido, el control de marketing se entiende como un instrumento integrante e indispensable del proceso de planificación de marketing más que como un instrumento inquisitorial de quien debe llevar a cabo el plan marketing.
– Permite actuar a tiempo para corregir algunas acciones que se ha demostrado que no son tan eficaces como estaba previsto, o bien para intensificar eventuales acciones que se hayan mostrado especialmente eficaces.
  Esto sucede, por ejemplo, cuando se ha emprendido una acción de lanzamiento o de promoción ante un supermercado, cuando se ha decidido aumentar la penetración de nuestra empresa en nuevas áreas de mercado, etc.

También para realizar el control de marketing hay que proceder con método.
A estos efectos, puede haber tres modalidades de acercamiento: control *a posteriori*, durante y *a priori*.
El primero se asemeja mucho al tradicional control de gestión.
En la práctica, se trata de conocer los resultados a finales de cada mes, analizarlos y poner de relieve las eventuales divergencias.
Después se trata de averiguar las causas que hayan determinado tales divergencias y se estudian los posibles correctivos del programa de acción establecido a comienzos de año.
Este acercamiento, si bien es válido a nivel administrativo, no lo es tanto desde el punto de vista operativo de marketing. En efecto, cualquier acción correctora se llevará a cabo con notable retraso con respecto al momento en que se hayan apreciado las divergencias y con mayor retraso todavía en relación con el momento en que se haya manifestado la causa de las divergencias. Una mejor aproximación consiste en ver cada día la evolución de los resultados y compararla con los datos del presupuesto, tratando de actuar inmediatamente en cuanto se aprecien divergencias significativas.
Un acercamiento todavía más eficaz, aunque sofisticado, consiste en efectuar el control de marketing desde el punto

Una tienda de ultramarinos italiana.

Fotografía de Gianluca Boetti.

de vista preventivo, es decir, observar la evolución de los resultados y las divergencias relativas con respecto al presupuesto, pero, sobre todo, controlando las variables internas y externas de la empresa que puedan influir en la evolución de los resultados a breve plazo a través de un continuo control preventivo que ha de hacerse a intervalos regulares (cada semana, cada mes, etc.).

El mecanismo es el siguiente: a finales de cada mes, se observan los resultados conseguidos, se analizan las divergencias y las posibles causas.

En la misma reunión que se tenga con los responsables comerciales (jefes de área, inspectores, director de producción) no sólo se tratará de establecer las acciones correctoras que habrá que poner en marcha, sino que deberán identificarse posibles variables (internas y externas) que pueden influir en la evolución de las ventas, tanto en sentido positivo como negativo.

Ejemplos de variables críticas internas pueden ser: la dimisión de uno o más vendedores, algunas partidas de aceite defectuosas, falta de provisiones, incidentes de producción, etc.

Entre las variables críticas externas pueden enumerarse: la apertura o cierre de una calle de gran intensidad de tráfico, entrada en el mercado de un nuevo competidor, la modificación de la estrategia de marketing de los competidores, etc.

Este tercer acercamiento es sin duda el más moderno, siempre que se disponga de un sistema informativo basado en soportes informáticos que permita recoger tanto los datos del presupuesto como los datos definitivos y se registren en el mismo soporte informático las decisiones que se tomen para hacer frente a las situaciones que se prevé que se produzcan en los próximos uno o dos meses.

En definitiva, se trata de poner en marcha un sistema de control operativo de marketing mediante el cual no sólo se analicen los resultados a medida que se obtienen, sino también que tenga bajo control las variables críticas que puedan influir en la evolución de las ventas de aceite de oliva y de aceitunas de mesa durante el año y que no puedan preverse al elaborar el plan de marketing y el correspondiente presupuesto.

BIBLIOGRAFÍA

AAKER, D. A.; KUMAR, V.; DAY, G. S. «Marketing Research-John Wiley and Sons». *Inc.* New York, 1995.

CORIGLIANO, G. *Marketing Strategie e Terniche.* Etas Libri V. edition. Milán (Italia), 1994.

KOTLER, G.; AMSTRONG, P. *Marketing an Introduction.* Prentice Hall International, Inc. 1993 III edition Englewood Cliffs, New Jersey, 07632.

LAGIONI, I. *Possono le piccole-medie imprese fare marketing?* Ed. Terniche Nuove Ott./Nov. Milán,1994.

LAGIONI, I. «Atti del Convegno sul Marketing dell'olio di oliva» Nápoles (Italia). Octubre, 1991.

RAY T. SHAW. *Marketing Core Concepts.* International Thomson Publishing (ITP). Cincinnati, Ohio, 1995.

Capítulo 12

LEGISLACIÓN Y POLÍTICAS OLEÍCOLAS NACIONALES

Coordinación:
Sr. HÉDI GUERBAA
Primer Director Adjunto
del Consejo Oleícola Internacional

Textos redactados por:
Sr. HÉDI GUERBAA
Primer Director Adjunto,
Jefe de la División de Asuntos Económicos
del Consejo Oleícola Internacional

Sra. BERNADETTE PAJUELO
Jefe del Servicio de Química Oleícola,
División Técnica del Consejo Oleícola
Internacional

ONSEJO
EICOLA
TERNACIONAL

LEGISLACIÓN Y POLÍTICAS OLEÍCOLAS NACIONALES

SECRETARÍA EJECUTIVA
DEL CONSEJO
OLEÍCOLA INTERNACIONAL

A pesar de su grado de participación en el mercado mundial de aceites vegetales fluidos (alrededor de un 15 %), el aceite de oliva tiene una importancia socioeconómica fundamental, ya que el cultivo del olivo supone el medio de vida de más de dos millones de familias de zonas agrícolas generalmente pobres que, en la mayor parte de los casos, no admiten cultivos alternativos. Además, el aceite de oliva y las aceitunas de mesa son un componente esencial en la dieta de distintos pueblos, especialmente de la cuenca mediterránea, donde se concentra el 98 % de la producción mundial. De ahí proviene la necesidad de proteger y fomentar el cultivo del olivo para poder dar protección a las numerosas familias que dependen totalmente de él.

Precisamente para hacer frente a los problemas internacionales de la oleicultura y de los productos del sector, se concluyó el Convenio Internacional del Aceite de Oliva y de las Aceitunas de Mesa (al que en adelante llamaremos Convenio), cuya primera versión se remonta a 1956. El Consejo Oleícola Internacional es el órgano que se encarga de administrar este Convenio mediante una serie de medidas que tienden a impulsar la cooperación internacional; la modernización de la oleicultura y la elaiotecnia a través de la transferencia de tecnología; la promoción del consumo de los productos; la expansión de los intercambios internacionales, y la normalización del comercio internacional.

Con las consideraciones que siguen, se pretende contribuir a un mayor conocimiento de las políticas aplicadas en los principales países oleícolas, en el campo de la producción, la transformación y la comercialización del aceite de oliva, con la esperanza de que cuanto mayor sea el conocimiento de los objetivos generales y particulares a que tienden estas políticas y de los medios puestos en práctica para realizarlos, más fácil será lograr una cooperación y un desarrollo integrado de la oleicultura que vaya más allá de las fronteras de cada Estado.

Es evidente que los distintos países han tenido que hacer frente al mismo tipo de problemas, y que sus objetivos son muy semejantes, aunque las soluciones dadas no siempre han sido las mismas. Los imperativos económicos y sociales y las condiciones de producción son algunos de los factores que más influyen a la hora de estructurar una política oleícola. Partiendo de estas consideraciones, los distintos países productores de aceituna pueden dividirse *grosso modo* en dos grupos:

- Países que tienen una producción elevada, con una política oleícola bien estructurada, en la que el Estado suele intervenir activamente. La intervención del sector público en algunos casos llega a ser tan fuerte, que desemboca incluso en situaciones de monopolio o de cuasi monopolio estatal.
- Países con menor producción oleícola, pero igualmente preocupados por los problemas que plantea la oleicultura y el comercio del aceite de oliva y cuya política suele estar menos desarrollada.

Toda política oleícola, aunque estructurada en diverso grado, incide sobre tres puntos esenciales: la producción, la transformación y la comercialización del producto.

En el campo de la producción, uno de los principales problemas estriba en que aún es muy común la utilización de técnicas culturales atrasadas que están en el origen de un bajo rendimiento. A ello se une la irregularidad y el carácter cíclico de las cosechas, que ocasionan fluctuaciones en la producción, dificultades en el abastecimiento de los mercados e inestabilidad en los precios, así como considerables oscilaciones en los ingresos de los oleicultores. Por consiguiente, los objetivos perseguidos por las políticas de los distintos países tienden todas a mejorar el cultivo del olivo para que sea más productivo y más rentable.

Para incrementar la productividad, los Estados hacen hincapié en la mejora varietal, en la lucha contra depredadores y enfermedades, en lograr una mecanización más completa de las operaciones culturales y en la formación de los oleicultores.

Los Estados también buscan que la oleicultura sea rentable para los oleicultores, ya que si éstos no obtienen una renta justa, abandonan esta actividad. Es importante evitar que esto ocurra, dadas las dificultades encontradas para implantar otros cultivos y el riesgo de que los terrenos pasen a ser improductivos y de favorecer el éxodo rural.

Para hacer frente a este problema, se acude con frecuencia a la concesión de ayudas gubernamentales que eleven la renta de los oleicultores a un nivel razonable. Sin embargo, los medios de ayuda varían considerablemente de un país a otro. Una medida frecuente es garantizar la compra del producto a un precio mínimo que permita al agricultor disponer al menos de la renta indispensable para cubrir sus necesidades.

En el campo de la transformación, el objetivo fundamental es favorecer la industrialización, sustituyendo las almaza-

ras tradicionales por unidades modernas, para conseguir un mayor aprovechamiento de la producción y la mejora de la calidad del producto final. Para lograrlo, el sistema de fomento más utilizado es la concesión de ayudas por el Estado.

En el campo del consumo y la comercialización, el carácter irregular y cíclico de las cosechas hace difícil mantener estables los precios del aceite de oliva y abastecer los mercados. A ello se une la necesidad de competir con otros aceites vegetales, generalmente más baratos.

Para atenuar el impacto de las fluctuaciones de las cosechas, los países, además de intentar mejorar las técnicas de cultivo, constituyen *stocks* reguladores que permitan evitar las situaciones de penuria.

Las medidas previstas por los distintos países para competir en los mercados suelen variar en cada uno de ellos.

En los países escasamente productores, las estrategias de comercialización no están muy desarrolladas, ya que, al ser deficitarios en materias grasas, el aceite de oliva suele ser consumido por los propios productores o bien se vende en los mercados locales.

El problema es mayor, en cambio, en los grandes países productores, en los que la competencia con otros aceites vegetales es más encarnizada. Por ello, se ponen en práctica diferentes estrategias para hacer nás atractivo el aceite de oliva para el consumidor. Las medidas se encaminan en dos direcciones:

- Por una parte, se intenta rebajar el precio del aceite de oliva para reducir la diferencia existente con los otros aceites vegetales fluidos. En los últimos años se observa que ha variado la estrategia para rebajar el precio del aceite de oliva. En efecto, si antes esta reducción se buscaba a menudo a través de las ayudas gubernamentales al consumo, en la actualidad se hace hincapié en la disminución del coste de la producción de aceite mediante técnicas más modernas que mejoren la productividad.
- Por otra parte, se trabaja en la investigación y divulgación de las propiedades benéficas del aceite de oliva para la salud, en la mejora de su calidad, y en la lucha contra los fraudes y la competencia desleal.

Por lo que se refiere al comercio exterior de aceite de oliva, hay que hacer idéntica distinción entre los dos grupos de países.

En los países escasamente productores de aceite de oliva, las disponibilidades de otros aceites vegetales comestibles suelen ser también insuficientes para cubrir sus necesidades internas, con lo que generalmente tienen que recurrir a las importaciones.

Los países con una importante producción suelen destinar buena parte del aceite de oliva producido a la exportación, y por tanto, presentan una política de cara al comercio exterior bien definida y dirigida a conquistar nuevos mercados. Además, en estos países, en muchos casos, la protección de la producción nacional se efectúa a través de diversas medidas, como los impuestos o los contingentes a la importación, que gravan a los productos competidores.

Fomentar la producción para evitar el déficit de materias grasas, lograr una renta justa para los oleicultores sin aumentar por ello excesivamente el precio del aceite de oliva para que pueda competir en el mercado, mejorar su calidad, y desarrollar los intercambios internacionales de los productos del sector son algunos de los retos a los que se enfrentan los distintos países.

Para la consecución de estos objetivos, es muy importante avanzar en el campo de la coordinación de las acciones tomadas por los distintos Estados. Esta necesidad se deriva de los propios objetivos del Convenio y de la política oleícola internacional que este Convenio define, y debe incidir, sobre todo, en las acciones referentes a las importaciones y exportaciones y a la normalización del sector, superando los obstáculos con que tropiezan los intercambios internacionales.

MIEMBROS DEL CONSEJO OLEÍCOLA INTERNACIONAL

UNIÓN EUROPEA (UE)

Información general

La producción y el consumo de aceite de oliva están concentrados esencialmente en los países de la región mediterránea. La UE es la mayor potencia oleícola a nivel mundial, aunque sólo cinco de sus quince miembros (España, Francia, Grecia, Italia y Portugal) sean productores de mayor o menor importancia.

Principios de la Política Agrícola Común

En virtud del Tratado de Roma firmado el 25 de marzo de 1957, los Estados miembros se comprometieron a adoptar una serie de políticas comunes (agrícola, comercial y de transportes) y, por consiguiente, a sustituir sus políticas nacionales por la política elaborada establecida por la Comunidad. La Política Agrícola Común (PAC) es, desde el principio, la más avanzada.

Para alcanzar los objetivos previstos en el Tratado de Roma, en el artículo 40 del mismo se prevé la creación de una Organización Común de los Mercados agrícolas (OCM), que en la práctica se articula mediante la regulación de cada producto o sector por un reglamento base y una serie de reglamentos complementarios, que se van adaptando y modificando cuando es necesario, para poder amoldarse así a las características específicas de cada sector.

El Reglamento Base de la OCM por el que se organizaba el mercado en el sector de las materias grasas es el Reglamento nº 136/66/CEE del Consejo de 22 de septiembre de 1966. En este Reglamento se han expuesto los siguientes principios generales en materia de oleicultura:

1. El cultivo del olivo y la producción de aceite de oliva tienen particular importancia en la economía de algunas regiones de la Comunidad, en las que a menudo constituyen un recurso esencial para una gran parte de la población. Por otra parte, para importantes categorías de consumidores el aceite de oliva constituye la fuente principal de materias grasas.
2. La colocación de las cosechas en el mercado debe asegurar a los productores de la Comunidad una remuneración equitativa, cuyo nivel puede garantizarse para el aceite de oliva por un precio indicativo a la producción. La diferencia entre este precio y el que es aceptable para el consumidor representa la ayuda que conviene otorgar para alcanzar el objetivo perseguido.
3. Los consumidores de aceite de oliva prefieren, en general, este aceite a otros productos sustitutivos, lo que permite su venta a un precio superior al de dichos productos. Teniendo en cuenta el precio de los productos competidores, es posible fijar un precio indicativo de mercado a un nivel tal que proporcione al productor, mediante los ingresos de mercado, una parte importante de la retribución y de la ayuda necesarias.
4. El precio indicativo de mercado del aceite de oliva no puede alcanzar su objetivo más que si el precio efectivamente practicado en el mercado se aproxima lo más posible al precio indicativo y de ahí la necesidad de prever unos mecanismos estabilizadores tanto en los Estados miembros productores como en las fronteras de la Comunidad.
5. La estabilidad que se persigue puede alcanzarse dentro de la Comunidad creando organismos competentes en los Estados miembros a los que los productores puedan ofrecer su aceite de oliva al precio de intervención. Además, con el fin de asegurar un equilibrio constante entre la oferta y la demanda y habida cuenta de la necesidad de paliar las consecuencias de las irregularidades de las cosechas, conviene prever que dichos organismos estén encargados de constituir unas existencias de regulación.
6. Con el fin de estabilizar el mercado de la Comunidad al nivel deseado, especialmente para evitar que las fluctuaciones del mercado mundial repercutan en los precios practicados dentro de la Comunidad, conviene prever la percepción de una exacción a la importación cuyo importe corresponda a la diferencia entre el precio umbral, derivado del precio indicativo del mercado (denominado a continación precio representativo de mercado) y los precios mundiales CIF (coste, seguro, flete). Por otra parte, para garantizar una protección completa y coherente, los orujos de oliva, los residuos procedentes del tratamiento del aceite de oliva y las aceitunas destinadas a la fabricación de aceite están sujetos a un régimen que produce los mismos efectos.
7. La suspensión del gravamen o la concesión de un reembolso a favor del aceite de oliva utilizado para la fabricación de conservas de pescado y de hortalizas es necesaria para permitir a los interesados afrontar la competencia de los productos análogos fabricados utilizando aceites comprados al precio del mercado mundial.
8. Debe tenerse en cuenta la posibilidad de conceder reembolsos a la exportación de aceite de oliva hacia los terceros países.
9. Deben preverse medidas de salvaguardia, que garanticen el abastecimiento de los consumidores de aceite de oliva en caso de desequilibrio en la relación entre el precio mundial del aceite de oliva y el precio en la Comunidad o bien cuando las importaciones o las exportaciones de este producto puedan, en determinadas circunstancias, provocar perturbaciones en el mercado.
10. La organización común de los mercados en el sector de las grasas debe tener en cuenta, paralelamente y de forma adecuada, los objetivos de los artículos 39 y 110 del Tratado de Roma.

Debe también señalarse que a lo largo de su existencia, en la UE han ido apareciendo nuevas necesidades y con ellas nuevos fines, que han hecho conveniente ampliar los objetivos iniciales, entre los que pueden mencionarse:

1. La necesidad de mejorar la situación de la agricultura en las regiones mediterráneas, y por tanto, las condiciones económicas generales de esas regiones. Este objetivo se amplió más allá de las propias fronteras comunitarias, gracias a una política de pactos comerciales y de asociación concluidos por la UE con la mayor parte de los países mediterráneos.
2. El mantenimiento del empleo en el sector agrícola en una situación social y de ingresos aceptable. Entre las medidas para fomentarlo, hay que citar la regulación de agrupaciones de productores y de las uniones de los mismos, cuyas normas se establecieron mediante el Reglamento (CEE) nº 1360/78 del Consejo, del 19 de junio de 1978.
3. La necesidad de frenar la regresión del consumo de aceite de oliva en la Comunidad. Para lograrlo, se estableció una ayuda al Consumo, objeto del Reglamento (CEE) nº 1562/78 del Consejo, del 29 de junio de 1978, que modificó el Reglamento 136/66/CEE.

Se recuerda que únicamente seis países firmaron el Tratado de Roma de 25 de marzo de 1957 (Alemania, Bélgica, Francia, Italia, Luxemburgo y Países Bajos) entre los que sólo había dos productores oleícolas: Francia e Italia. Posteriormente, la CE ha sido ampliada en diversas ocasiones: primero, mediante los Acuerdos de Adhesión de Gran Bretaña, Irlanda y Dinamarca, firmados el 22 de enero de 1972 y que entraron en vigor el 1 de enero de 1973, luego, con la incorporación de tres grandes países oleícolas: Grecia, que firmó el Acta de Adhesión el 28 de mayo de 1979, que entró en vigor el 1 de enero de 1981, y finalmente España y Portugal, cuyas Actas de Adhesión entraron en

vigor el 1 de enero de 1986. La ampliación de la CE con la adhesión de estos países no ha dado lugar a una modificación de los principios mencionados, pero sí a que se intensifique la necesidad de conseguirlos.
La reforma de la Política Agrícola Común llevada a cabo en 1992 no ha influido en el sector del aceite de oliva, aunque sí ha traído cambios en la regulación de las semillas de colza, nabina, girasol y habas de soja. Sin embargo, la futura aplicación de los acuerdos concluidos en virtud de la Ronda Uruguay del GATT, finalizada el 15 de diciembre de 1993, obligará a cambiar sensiblemente la filosofía de la política oleícola común como consecuencia de la implantación de un régimen de derechos de aduana fijos en la frontera que sustituirá al régimen de derechos de aduana variables.
A largo plazo, los acuerdos preferenciales que la UE ha suscrito con varios países mediterráneos habrán de modificarse necesariamente, dada la situación específica que se cree para los intercambios de aceite de oliva entre algunos de estos países.

Bases de la política agrícola comunitaria en el sector del aceite de oliva

El Reglamento nº 136/66/CEE del Consejo de 22 de septiembre de 1966, instituyó una Organización Común de Mercados para las materias grasas. En éste y en sus múltiples reglamentos de desarrollo se perfilan las bases de la política comunitaria en este sector, que se exponen sucintamente a continuación:

1. Un sistema de precios específico

El citado Reglamento nº 136/66/CEE por el que se establece una OCM en el sector de las grasas fija un sistema de precios por campaña oleícola para todos los Estados miembros, que comprende un precio indicativo a la producción, un precio representativo de mercado, un precio de intervención y un precio umbral. Dichos precios se establecen en la fase del comercio al por mayor para una calidad tipo de aceite de oliva y se fijan con suficiente antelación al inicio de cada campaña.
El precio indicativo a la producción es un precio orientativo que se fija a un nivel que asegure a los agricultores una renta justa teniendo en cuenta la necesidad de mantener el volumen de producción necesario en la UE. Este precio es igual al precio de intervención incementado con la ayuda a la producción, los gastos de transporte de las zonas de producción a las de consumo más un margen comercial. Se fija anualmente antes del 1 de agosto para la campaña de comercialización que comience al año siguiente.
El precio de intervención, que garantiza a los productores la realización de sus ventas a un precio lo más cercano posible al precio representativo de mercado, es el precio al que los Organismos de Intervención pagan los aceites de la calidad tipo que les son ofertados. Es igual al precio indicativo a la producción, previa deducción de la ayuda a la producción y de un importe que tiene en cuenta las variaciones del mercado y los gastos de envío del aceite de oliva desde las zonas de producción a las zonas de consumo. Se fija antes del 1 de agosto para la campaña de comercialización que comience al año siguiente.
El precio representativo de mercado se fija a un nivel que permita dar salida con normalidad a la producción de aceite de oliva, habida cuenta de los precios de los productos de la competencia y, en particular, de las perspectivas de su evolución durante la campaña.
El precio umbral se establece de forma que el precio de venta del producto importado se sitúe, para un punto de cruce de frontera con la UE, al nivel del precio representativo de mercado, habida cuenta de la incidencia de las medidas relativas a la ayuda al consumo.
El precio indicativo a la producción y el precio de intervención permanecen invariables durante la campaña, mientras que el precio representativo de mercado y el precio umbral pueden ser modificados por la Comisión.

2. Medidas relativas a la producción

2.1. Organismos de intervención

De acuerdo con el Reglamento de base 136/66/CEE, modificado en última instancia en este aspecto por el Reglamento (CE) nº 3179/93 del Consejo, los organismos de intervención designados por los Estados miembros productores tienen la obligación de adquirir, durante los meses de julio a octubre de cada campaña, el aceite de oliva de origen comunitario que les sea ofrecido por los productores o por sus agrupaciones o uniones reconocidas conforme al Reglamento (CEE) nº 1360/78 del Consejo. La compra se efectuará al precio de intervención.

2.2. Ayuda a la producción

El Reglamento de base 136/66/CEE, modificado en última instancia en este aspecto por el Reglamento (CEE) nº 2046/92, estipula que el «Consejo fija cada año, antes del 1 de agosto, el importe unitario de la ayuda a la producción, destinada a contribuir al establecimiento de una renta equitativa para los productores». Además, el Consejo fija la cantidad máxima de aceite de oliva a la que se aplica la ayuda fijada para cada campaña.
En el supuesto de que la producción efectiva en una campaña supere a la cantidad máxima garantizada fijada para la misma, las ayudas unitarias se reducen por la aplicación de un coeficiente igual al cociente entre la cantidad máxima garantizada y la cantidad efectiva. Si la producción efectiva en una campaña no supera a la cantidad máxima garantizada fijada para la misma, la diferencia se traslada para obtener la cantidad máxima garantizada de la campaña siguiente, teniéndose de esta manera en cuenta el fenómeno de la vecería típico de la producción oleícola (alternancia en el volumen de las cosechas). Las penalizaciones en la ayuda a la producción no se aplican a los «pequeños oleicultores».

Desde la introducción del sistema de estabilizadores presupuestarios en el sector del aceite de oliva, la cantidad máxima garantizada para la ayuda a la producción ha sido de un millón trescientas cincuenta mil toneladas (1.350.000 toneladas).
El procedimiento para la obtención de la ayuda varía según se trate de miembros de una organización de productores reconocida o no. Dicha ayuda podrá fijarse a un nivel especial para aquellos oleicultores cuya producción media sea inferior a 500 kg de aceite de oliva por campaña.

2.3. Organizaciones de productores
El Consejo ha establecido un régimen de fomento para la formación de agrupaciones de productores. Entre los productos beneficiados por sus normas figura el aceite de oliva. Se prevén dos tipos de organizaciones: las organizaciones de productores (agrupaciones de gran tamaño capaces de canalizar las ayudas a la producción) y las uniones de organizaciones de productores (compuestas por las organizaciones de productores de diversas regiones económicas).
Por lo que se refiere específicamente al sector oleícola, las agrupaciones y las uniones de producción están actualmente reguladas por el Reglamento de base nº 136/66/CEE, desarrollado por el Reglamento (CEE) nº 2261/84 del Consejo, del 17 de julio de 1984.

2.4 Establecimiento de un registro oleícola
en los Estados miembros productores de aceite de oliva
En virtud del Reglamento (CEE) nº 157/75 del Consejo, del 21 de enero de 1975, modificado por el Reglamento (CEE) nº 3453/80 del Consejo, del 22 de diciembre de 1980, los Estados miembros productores de aceite de oliva establecen un registro oleícola que debe recoger todas las fincas olivareras situadas en su territorio. Con ello se pretende, por un lado, obtener los datos necesarios para el conocimiento, en la UE, del patrimonio oleícola y del potencial de producción de aceitunas y de aceite de oliva y, por otro lado, asegurar un mejor funcionamiento del régimen comunitario de ayuda para este último producto.

2.5 Mejora de la calidad de los productos oleícolas
La mejora de la calidad de los productos oleícolas sigue siendo un objetivo esencial de la política oleícola comunitaria. Entre las principales acciones que se proponen con esta finalidad, figuran: la lucha contra la mosca del olivo (*Dacus oleae*) y, en su caso, contra otros organismos nocivos; la mejora de las condiciones de tratamiento de los olivos, de la cosecha, del almacenamiento y la transformación de las aceitunas, así como del almacenamiento de los aceites producidos; la asistencia técnica a los oleicultores y a las almazaras durante la transformación de las aceitunas en aceite; la instalación y/o la gestión de las salas de cata para la evaluación de las características organolépticas de los aceites de oliva vírgenes; la instalación y/o la gestión, a nivel regional o provincial, de laboratorios de análisis para evaluar las características fisicoquímicas de los aceites de oliva y la colaboración con organismos especializados en la mejora de la calidad del aceite de oliva.

2.6. Programas comunes de investigación y coordinación
Teniendo en cuenta, entre otros motivos, el retraso del desarrollo en numerosas regiones de la Comunidad y especialmente, en la zona mediterránea, el Consejo de la CE adoptó la Decisión nº 78/902/CEE de 30 de octubre de 1978, por la que se establecieron los programas comunes de investigación y los programas de coordinación de las investigaciones que pretendían lograr objetivos socioestructurales, la eliminación de los obstáculos en los intercambios intracomunitarios de productos agrícolas y garantizar la eficacia de la producción y de los productos alternativos. Aunque estos programas, que se establecieron para cinco años a partir del 1 de enero de 1979, se encuentran suspendidos en la actualidad, se prevé que en un futuro próximo se continúen.

3.Comercialización y consumo de aceite de oliva
El Reglamento Base nº 136/66/CEE del Consejo y sus Reglamentos de desarrollo también regulan con precisión la comercialización y consumo del aceite de oliva. A continuación, se exponen los puntos sobresalientes de la política oleícola comunitaria en este campo:

3.1. Almacenamiento del aceite de oliva
El Reglamento de base nº 136/66/CEE del Consejo estipula que con el fin de atenuar las consecuencias de la irregularidad de las cosechas sobre el equilibrio entre la oferta y la demanda y de obtener así una estabilización de los precios de consumo, el Consejo podrá decidir la constitución, por los organismos de intervención, de unas existencias reguladoras de aceite de oliva y las condiciones relativas a la constitución, a la gestión y a la comercialización de las existencias. A su vez, podrá decidirse que las agrupaciones o las uniones reconocidas puedan concluir contratos de almacenamiento para el aceite de oliva que comercialicen.

3.2. Venta de aceite por los Organismos de Intervención
El Reglamento de base nº 136/66/CEE establece que los Organismos de Intervención vendan dentro de la Comunidad el aceite de oliva que hayan adquirido, en condiciones tales que el mercado no sufra perturbaciones en la fase de producción. A su vez, el Reglamento (CEE) nº 2960/77 de la Comisión, del 23 de diciembre de 1977, modificado por última vez por el Reglamento (CEE) nº 3818/85, del 30 de diciembre de 1985, determina las modalidades de venta del aceite de oliva en poder de los Organismos de Intervención. Esta venta se efectúa, generalmente, mediante subasta. Para que sean válidas, las ofertas deben ir acompañadas por la constitución de una fianza.

3.3. Ayuda al consumo

La ayuda al consumo se introdujo por primera vez en abril de 1979 para aumentar la competitividad del aceite de oliva frente a otros aceites más baratos.

El Reglamento de base nº 136/66/CEE, modificado en última instancia a este respecto por el Reglamento (CEE) nº 2046/92, estipula que esta ayuda se concede a las empresas envasadoras que reúnan las condiciones requeridas por el Reglamento (CEE) nº 2677/85 de la Comisión, del 24 de septiembre de 1985, modificado por última vez por el Reglamento (CEE) nº 643/93 de la Comisión, del 19 de marzo de 1993; dicha ayuda se aplica al aceite de oliva producido y comercializado en la CE, que haya sido envasado y vendido por dichas empresas, obteniéndose el derecho a la ayuda en el momento de la salida del aceite de la empresa envasadora. El importe unitario de la ayuda al consumo para el aceite de oliva será el que se obtiene restando al precio indicativo de la producción, la ayuda a la producción y el precio representativo de mercado.

3.4. Restitución a la producción para el aceite de oliva destinado a la elaboración de ciertas conservas

El Reglamento nº 136/66/CEE del Consejo estipula que el aceite de oliva destinado a la fabricación de conservas se beneficiará de un régimen de restitución a la producción o de suspensión total o parcial de la exacción reguladora a la importación. Los Reglamentos (CEE) nº 591/79, del 23 de marzo de 1979 y nº 2903/89 del Consejo, del 25 de septiembre de 1989, establecen las condiciones generales que regulan estas restituciones. De acuerdo con estos reglamentos, la Comisión fija cada dos meses esta restitución, teniendo en cuenta el importe de la ayuda al consumo para los aceites de oliva producidos en la Comunidad.

3.5. Etiquetado, presentación y publicidad de alimentos destinados al consumidor final

Una de las metas que la CE pretende alcanzar es la libre circulación de mercancías entre los Estados miembros. Para lograrlo, es necesario suprimir los obstáculos tanto legales como materiales que impiden que tal objetivo se haga realidad. La supresión de obstáculos se ha venido realizando a través de directivas, es decir, normas emanadas de órganos comunitarios en las que se indican unos fines comunes que permiten a cada Estado miembro dictar su propia normativa, siempre que siga las directrices marcadas por la directiva y siempre que tienda a los fines que en ella se establecen. Con ello se consigue armonizar las legislaciones internas sin que los Estados miembros pierdan su capacidad de autorreglamentación.

En el caso del aceite de oliva, conviene destacar la Directiva 75/106/CEE del Consejo, del 19 de diciembre de 1974, modificada por última vez el 21 de diciembre de 1989, relativa a las condiciones de presentación a la venta de líquidos en envases preparados de antemano y cerrados, con el fin de dispensar una información correcta a los consumidores y de facilitar un control seguro y unificado de estos líquidos en los diferentes Estados miembros.

3.6. Denominaciones y definiciones de los aceites de oliva y de los aceites de orujo de oliva

Uno de los objetivos de la CE es conseguir la armonización de las denominaciones y definiciones de los aceites de oliva y de los aceites de orujo de oliva con las recomendadas por el Consejo Oleícola Internacional. El Reglamento (CEE) nº 356/92 del Consejo, del 10 de febrero de 1992, modificó en última instancia las denominaciones y las definiciones de los aceites de oliva y de los aceites de orujo de oliva especificados en el artículo 35 del Reglamento 136/66/CEE del Consejo.

3.7. Intercambios intracomunitarios

Por regla general, se aplica el principio de la libre circulación intracomunitaria, con dos importantes excepciones:

- Los montantes compensatorios monetarios (MCM): Aunque están previstos en el Reglamento nº 136/66/ CEE del Consejo, dada la elevada franquicia aplicada en el subsector del aceite de oliva, no se utilizan en la práctica.
- Los montantes compensatorios de adhesión (MCA): Se aplican durante el período transitorio tras la adhesión de un nuevo Estado miembro, con objeto de aproximar los precios fijados en el nuevo Estado miembros a los precios comunes. Los MCA tiene como función corregir progresivamente las diferencias de precios. En el momento de la redacción de este texto, y a pesar de las disposiciones de las Actas de Adhesión de España y Portugal, los MCA, fijados por última vez por el Reglamento nº 3094/92 de la Comisión, del 27 de octubre de 1992, se han suprimido, por lo que respecta a España por el Reglamento (CEE) nº 3815/92 del Consejo, del 28 de diciembre de 1992, con efectos a partir del 1 de enero de 1993, y por lo que respecta a Portugal mediante el Reglamento (CEE) nº 741/93 de la Comisión, del 17 de marzo de 1993, con efectos a partir del 1 de abril de 1993.

4. Políticas comunitarias sobre otras materias grasas y otros aceites vegetales fluidos

El Reglamento Base (CEE) nº 136/66 del Consejo dedicaba su Título III al régimen aplicable a las semillas de colza y nabina y a las semillas de girasol, con la salvedad de que el Consejo podía decidir extender sus disposiciones a otras semillas oleaginosas.

Hasta 1992, la CE fijaba institucionalmente los precios para los semillas de colza y de nabina, por un lado, y para las semillas de girasol, por otro: un precio indicativo y un precio de intervención. En cambio, para la soja, la CE fijaba un precio objetivo y un precio mínimo y para la linaza solamente un precio objetivo.

Además, el Consejo establecía cada año un umbral de garantía para las semillas de colza y de nabina y para las semillas de girasol.

El Reglamento base mencionado había instaurado igualmente un sistema de ayudas, pero este sistema ha sido modificado como consecuencia del dictamen condenatorio del «Panel de la soja» del GATT. El cambio se ha producido en concomitancia con la adopción de un sistema similar para los cereales y los cultivos proteaginosos y se ha recogido esencialmente en la Decisión nº 93/355/CEE del Consejo, del 8 de junio de 1993 y en el Reglamento (CEE) nº 1765/92 del Consejo, del 30 de junio de 1992. Con la reforma se pretende adaptar los precios actuales de la CE a los precios mundiales. Para paliar la pérdida de ingresos por los agricultores, se ha diseñado un mecanismo de «pagos compensatorios» por hectárea de cultivo de oleaginosas.

El acuerdo de Blair House (3 de diciembre de 1992) entre la Comunidad Económica Europea y Estados Unidos de Norteamérica, plasmado posteriormente en la normativa comunitaria de cultivos oleaginosos, contempla una Superficie Básica Comunitaria de 5.128.000 hectáreas para el conjunto de los cultivos de oleaginosas a partir de la campaña 1995/1996, reduciéndose esta superficie en el porcentaje de retirada de tierras establecido para cada campaña y que, en cualquier caso, no será inferior al 10 %. Se obtiene así la Superficie Básica Separada Corregida.

Estas Superficies Básicas han sido trasladadas posteriormente a nivel nacional, fijándose la cuantía de las mismas para cada Estado miembro según la importancia histórica de los cultivos de oleaginosas en los mismos en el período 1989-1991.

Si en una campaña de comercialización la superficie de cultivos oleaginosos de la Comunidad Europea supera la SBS Corregida, se aplican los siguientes mecanismos de penalización:

- Por cada 1 % de superación se reducen en un 1 % las ayudas.
- La disminución porcentual de las ayudas se traslada también a la siguiente campaña de comercialización.
- Las penalizaciones serán aplicables únicamente a los Estados que superen sus respectivas superficies de base.

En cuanto al régimen de intercambios, la política seguida por la UE hasta el momento actual en el sector de las semillas oleaginosas y de los aceites vegetales extraídos de ellas puede resumirse como sigue:

- En el caso de las importaciones, se aplica la Tarifa Exterior Común (TEC). Asimismo, el Consejo puede establecer la percepción de un montante compensatorio a la importación de estos productos cuando, a causa de las cantidades importadas y de las condiciones practicadas, o bien como consecuencia de primas o subvenciones acordadas por uno o varios terceros países, la situación resultante cause, o amenace causar, un perjucio importante en la UE a los productos considerados.
- En el caso de las exportaciones, podrá concederse una restitución a las semillas oleaginosas recogidas en la Comunidad y exportadas a terceros países. El importe de esta restitución será a lo sumo igual a la diferencia entre los precios en la Comunidad y las cotizaciones mundiales si los primeros fuesen superiores a las segundas.

Intercambios internacionales

1. Régimen general de intercambios con terceros países

La preferencia otorgada a los productos comunitarios es uno de los principios esenciales sobre los que reposa la política aplicada en la CE. De acuerdo con este principio, se sustituyó el antiguo sistema de protección aduanera nacional de los Estados miembros por un régimen uniforme: la Tarifa Exterior Común (TEC), con derechos *ad valorem* que, en el sector agrario, resultan bastante proteccionistas. Pero la aplicación de la TEC en este sector constituye más bien la excepción que la regla. En efecto, existen otros mecanismos que configuran el sistema de intercambio de la UE con terceros países en esta materia y que se analizan sucintamente:

2. Medidas generales de intervención comunitaria

El Reglamento Base nº 136/66/CEE del Consejo configura un sistema general de intercambios de materias grasas con terceros países, cuyos pilares básicos son las exacciones a la importación y las restituciones a la exportación.

2.1. Importaciones

Certificados de importación y constitución de fianza: El Reglamento de base nº 136/66/CEE estipula que toda importación en la Comunidad de aceite de oliva, así como de aceitunas destinadas a la producción de aceite, está sujeta a la presentación de un certificado de importación. La expedición del certificado está subordinada a la constitución de una fianza que garantice el compromiso de importar durante el período de validez del certificado.

Exacciones reguladoras a la importación: Estas exacciones son objeto de los artículos 14 a 17 del Reglamento nº 136/66/CEE del Consejo, modificado por los Reglamentos (CEE) nº 1562/78 y nº 3994/87 del Consejo y los reglamentos de aplicación. Dichas exacciones están justificadas por los precios comunitarios, que, en general, son superiores a las cotizaciones de los mercados mundiales, lo que obliga a la percepción, en el puesto fronterizo, de un montante cuyo nivel está en función de la diferencia entre ambos precios.

Las exacciones reguladoras se fijan por la Comisión mediante distintos procedimientos, según el producto de que se trate. En el caso del aceite de oliva, se tienen en cuenta, el precio umbral y el precio de importación, nivel CIF (coste, seguro, flete).

Las exacciones varían según el producto de que se trate: en el subsector del aceite de oliva la exacción se calcula para el aceite de oliva virgen de 3 grados de acidez, expresada en ácido oleico. Esta exacción sirve para calcular el

montante aplicable a los aceites de oliva refinados y a los demás productos del subsector.
Al régimen de derecho común expuesto, se añade el procedimiento de licitación, diseñado para cuando no se pueda determinar la tendencia real del mercado mundial. Se señala que este procedimiento no se había previsto en la redacción inicial del Reglamento de base nº 136/66/CEE. Su posterior introducción en este Reglamento ha resultado necesaria ante las dificultadas que en muchas ocasiones ha planteado el cálculo de la exacción. Las nornas generales para fijar la exacción a la importación de aceite de oliva por licitación han sido objeto del Reglamento nº 2715/78 del Consejo, del 23 de noviembre de 1978.

2.2. Exportación
Certificados de exportación y constitución de la fianza: Según el Reglamento 136/66/CEE del Consejo, toda exportación de aceite de oliva fuera de la Comunidad está sujeta a la presentación de un certificado de exportación. La expedición del certificado queda supeditada a la constitución de una fianza que garantice el compromiso de exportar en el período de validez del certificado.
Restituciones a la exportación: Las disposiciones correspondientes son objeto del artículo 20 del Reglamento de base nº 136/66/CEE del Consejo, modificado en este punto por el Reglamento (CEE) nº 1562/78 del Consejo, cuyas modalidades de aplicación fijó el Reglamento (CEE) nº 1650/86 del Consejo, del 26 de mayo de 1986. Estas restituciones se aplican a las exportaciones de aceite de oliva hacia terceros países, cuando el precio del aceite de oliva en la Comunidad sea superior a las cotizaciones mundiales. La diferencia entre ambos precios puede cubrirse con un reembolso.
La restitución se fija tomando en consideración la situación y las perspectivas de evolución de los precios del aceite de oliva y de las disponibilidades en el mercado de la Comunidad, y de los precios del aceite de oliva en el mercado mundial.
No obstante, en caso de que la situación del mercado mundial no permita determinar los precios más favorables del aceite de oliva, se podrá tomar en consideración el precio en dicho mercado de los principales aceites vegetales competidores y la diferencia registrada entre dicho precio y el del aceite de oliva a lo largo de un período representativo.
Exacciones a la exportación: En determinados casos, se pueden percibir exacciones a la exportación de aquellos productos que puedan plantear insuficiencias graves en el abastecimiento interior de la Comunidad, como consecuencia de exportaciones masivas con destino a países terceros a precios comunitarios inferiores a los mundiales. Estas exacciones sólo pueden aplicarse cuando la cotización mundial es superior al precio de la Comunidad. En el caso del aceite de oliva, estas exacciones se prevén en el Reglamento nº 136/66/CEE del Consejo y en el Reglamento de aplicación nº 120/89 de la Comisión, del 19 de enero de 1989.
Medidas de salvaguardia: Las condiciones de aplicación de las medidas de salvaguardia en el sector del aceite de oliva se definieron en el Reglamento (CEE) nº 2596/69 del Consejo, del 18 de diciembre de 1969. Estas medidas tienen por objeto paliar, en su caso, las perturbaciones graves del mercado y eliminar la amenaza de tales perturbaciones en el mercado de la Comunidad. Se aplican a los intercambios con los terceros países, aunque pueden ponerse en práctica solamente para determinadas procedencias, orígenes, destinos, calidades o presentaciones, así como para las importaciones con destino a algunas regiones de la Comunidad o a las exportaciones procedentes de esas regiones.

3. Regímenes especiales con los países no comunitarios
La Comunidad, al ser una importante fuerza comercial, ha constituido con el tiempo un complejo sistema de relaciones comerciales multilaterales y bilaterales.
En este sentido, se han desarrollado vínculos específicos con países no comunitarios en virtud de diferentes principios: la proximidad geográfica (acuerdos con los países de la AELC, de la Europa del Este y de la región mediterránea); la existencia de antiguos vínculos coloniales (Convenio de Lomé), o un nivel de desarrollo económico similar (EE UU, Japón y otros países de la OCDE).

3.1. Acuerdos con los países mediterráneos
Desde el comienzo de su funcionamiento, y especialmente desde la Conferencia de París de 1972, la CE ha concluido una serie de acuerdos con los países mediterráneos no comunitarios, entre los que se encuentran importantes países oleícolas. Estos acuerdos son de dos tipos:
- Los Acuerdos de Asociación, basados en las disposiciones del artículo 238 del Tratado de Roma. Actualmente, la CE está vinculada por este tipo de convenios a Turquía, Malta y Chipre.
- Los Acuerdos de Cooperación, basados en las disposiciones del artículo 113 de dicho Tratado. Existen acuerdos de este tipo con el resto de los países de la cuenca mediterránea, con excepción de Libia y Albania.

Acuerdos con los países mediterráneos Miembros del COI

3.1.1. Acuerdos de Cooperación con Marruecos y Argelia
Estos acuerdos fueron firmados, respectivamente, el 25 y el 26 de abril de 1976, y entraron en vigor el 1° de julio de 1976. Desde entonces, han sido modificados en diversas ocasiones.
Por lo que respecta al aceite de oliva, se han previsto modalidades particulares para el cálculo de las reducciones arancelarias. No obstante, en el Anexo B de dichos Acuerdos se precisaba que el arancel aduanero común podría incrementarse con un importe adicional, cuya cuantía se fijaría periódicamente mediante un intercambio de cartas entre las partes contratantes.

Actualmente, se prevé la negociación de nuevos acuerdos entre Marruecos y la CE y Argelia y la CE con miras a mejorar el régimen de importaciones entre ambas partes.

3.1.2. Acuerdo de Cooperación con Túnez

El Acuerdo de Cooperación entre Túnez y la CE se firmó el 27 de abril de 1976 entrando en vigor el 1 de julio de 1976. En 1987 se firmó un Protocolo adicional.

Se han fijado medidas especiales para la importación de aceite de oliva originario de Túnez, aplicables hasta el 31 de octubre de 1995. La principal medida adoptada es una exacción reguladora especial para un contingente fijado para cada campaña oleícola.

La Comisión Europea está negociando un nuevo acuerdo con Túnez. En este caso se tratará de un Acuerdo de Asociación que supondrá mejoras en las condiciones de exportación del aceite de oliva tunecino al territorio comunitario.

3.1.3 Acuerdo de Asociación con Turquía

El Acuerdo de Asociación con este país, concluido en 1963, preveía una primera fase de cinco años de reestructuración para la cual se articuló una ayuda financiera, y una segunda etapa en la que se adoptarían fundamentalmente medidas de desarme arancelario y de liberalización del comercio.

Tras una suspensión debida a motivos políticos, las relaciones CE-Turquía se reanudaron en 1988. En consecuencia, en 1988 se reanudó también la reducción progresiva de los derechos aduaneros previstos en el programa de este Acuerdo y se fijó para 1995 la fecha para la liberalización recíproca del comercio agrícola.

Por lo que se refiere al aceite de oliva, Turquía se beneficia de una rebaja de las exacciones a la importación del aceite de oliva originario de ese país. Por otra parte, la Decisión nº 1/77 del Consejo de Asociación CE-Turquía de 17 de mayo de 1977 recoge, en su Anexo IV, las nuevas concesiones a la importación de productos agrícolas turcos.

3.1.4. Acuerdo Comercial con Israel

Las negociaciones iniciadas en 1962 con la CE dieron como resultado la conclusión de un acuerdo comercial no preferencial en 1964. Poco después, las conversaciones de 1968 se tradujeron, en 1970, en un acuerdo preferencial. Posteriores negociaciones en 1973 llevaron a la conclusión, en mayo de 1975, de un nuevo acuerdo, que entró en vigor el 1 de julio de 1976. Aparte de sus disposiciones comerciales, este acuerdo incluye diversas acciones en los sectores de la producción, de la infraestructura económica, de la promoción comercial, de la pesca y de la industria, así como en los terrenos científico, tecnológico y de protección del medio ambiente y se completa con una lista de productos agrícolas que se benefician de la reducción arancelaria. En el momento actual, están en curso negociaciones para la conclusión de un nuevo acuerdo entre la CE e Israel.

3.1.5. Los acuerdos con Yugoslavia

La CE concluyó un acuerdo comercial con la ex República Socialista Federativa de Yugoslavia, firmado el 26 de junio de 1973 y que entró en vigor el 1 de septiembre de 1973, por el que ambas partes acordaban extender sus relaciones comerciales y promover, en la medida de lo posible, la cooperación económica. El 2 de abril de 1980 se concluyó un Acuerdo de Cooperación, cuyo contenido favorecía más la cooperación técnica que los intercambios comerciales.

3.1.6. Acuerdo de Asociación con Chipre

El Acuerdo de Asociación de la CE y Chipre fue firmado el 19 de diciembre de 1972 y entró en vigor el 1 de junio de 1973. Su primera etapa expiró el 30 de junio de 1977. Con fecha de 1 de mayo de 1978 se firmó un protocolo agrícola, que cubre lo esencial de las exportaciones chipriotas.

3.1.7. Acuerdo de Cooperación con Egipto

El 18 de enero de 1977 se firmó el Acuerdo Interino de Cooperación entre Egipto y la CE en el que se prevé un régimen de acceso privilegiado al mercado de la Comunidad para gran parte de los productos agrícolas originarios de Egipto.

3.2 Acuerdo de la CE con la Asociación Europea de Libre Comercio (AELC)

Los países pertenecientes a la AELC (Austria, Finlandia, Suecia –miembros de la UE desde el 1 de enero de 1995–, Islandia, Liechtestein, Noruega y Suiza) representan el principal mercado de exportación extracomunitario, con más del 25 % de las ventas exteriores de la CE que, a su vez, compra más de la mitad de las exportaciones de la AELC.

Los primeros acuerdos de la CE con estos países se firmaron en diciembre de 1972 y entraron en vigor en enero de 1973. En 1984, mediante la declaración de Luxemburgo, estas organizaciones expresaron su decisión de intensificar su cooperación para crear un espacio económico europeo (EEE). Las negociaciones para la creación del EEE comenzaron en 1990 y concluyeron, el 2 de mayo de 1992, con la firma de un acuerdo entre la CE y los países miembros de la AELC. El acuerdo EEE enuncia los objetivos comunes previstos y los principios fundamentales para lograr las cuatro libertades de circulación: de mercancías; de personas; de servicios y de capitales, junto con las políticas complementarias en materia social, de formación, de investigación, de medio ambiente, etc., con el fin de reducir las diferencias sociales y regionales entre los firmantes.

3.3. Situación actual de las negociaciones en el Acuerdo General sobre Aranceles Aduaneros y Comercio (GATT)

El objetivo del Acuerdo General sobre Aranceles Aduaneros y Comercio (GATT) es conseguir la mayor liberalización posible del comercio mundial, y los instrumentos básicos para lograrlo han sido las sucesivas negociaciones comerciales multilaterales llamadas Rondas, la última de las cuales, la Ronda Uruguay, iniciada en 1986, ha con-

cluido en diciembre de 1993. Ha sido en esta Ronda donde por primera vez se ha incluido la agricultura y los servicios en el calendario de negociaciones del GATT.
El claro sentido liberalizador que impulsa a la UE hace que ésta haya participado activamente en la Ronda Uruguay del GATT, así como en Rondas anteriores. Dado que el Tratado de Roma concede a la UE la competencia exclusiva en materia de comercio exterior, la Comisión aparece como único negociador y portavoz en nombre de todos sus Estados miembros.
Ahora bien, teniendo en cuenta que las negociaciones de la Ronda Uruguay acaban de concluir, difícilmente puede saberse cuáles serán sus efectos. Sin embargo, cabe mencionar las principales medidas que pueden repercutir en la oleicultura.
El acuerdo adoptado en materia de agricultura comprende cuatro elementos: un acuerdo básico completado por un acuerdo sobre las modalidades para el establecimiento de compromisos vinculantes y específicos en el marco de un programa de reforma, una decisión sobre la aplicación de las medidas sanitarias y fitosanitarias y una declaración sobre medidas de ayuda a los países en desarrollo importadores netos de productos alimenticios.
Si se analizan las principales medidas acordadas, se pueden extraer las siguientes consideraciones:
En materia de acceso a los mercados, se ha optado por un proceso de «arancelización». Las medidas no arancelarias de protección en frontera se sustituyen así por aranceles que otorguen básicamente el mismo nivel de protección. Los aranceles resultantes deberán reducirse un 36 % a lo largo de un periodo de 6 años en el caso de los países desarrollados y un 24 % a lo largo de más de 10 años para los países en desarrollo. No se exige que los países menos adelantados reduzcan sus aranceles.
Las medidas de ayuda interna, se dividirán en dos categorías: las medidas de apoyo que tienen efectos de distorsión en los intercambios, como son las ayudas a la producción y al consumo («políticas ámbar»), y las que tienen una repercusión mínima en el comercio, como son la ayuda a la investigación, la lucha contra las enfermedades, la infraestructura y la protección del medio ambiente («políticas verdes»). Sólo se ha llegado al acuerdo de reducir las «políticas ámbar». Esto podría afectar a las ayudas a la producción y al consumo que otorga la CE ya que, en general, estas ayudas se calculan a partir del volumen de la producción y del consumo de aceite.
Se ha contraído el compromiso de reducir las subvenciones a la exportación. Estas reducciones tendrán lugar a lo largo de un período de 6 años en el caso de los países desarrollados y se aplicarán a los desembolsos presupuestarios y a las cantidades de exportaciones subvencionadas. También hay un compromiso de no introducir o reintroducir subvenciones a la exportación de productos respecto de los cuales no se hubieran concedido subvenciones a la exportación durante el período de base 1986-1990. Las condiciones son menos estrictas para los países en vías de desarrollo, mientras que los países menos adelantados quedarán exentos de cualquier compromiso de reducción.
Los efectos en el sector del aceite de oliva de esta disposición respecto a las exportaciones con ayudas serán una disminución de las cantidades exportadas con ayudas del 20 % y una disminución del volumen global de ayuda a la exportación de aceite de oliva del 36 %. Concretamente, al final del año 2000, la cantidad de exportaciones subvencionadas de la CE no podrá superar las 116.900 toneladas, y las disponibilidades presupuestarias utilizadas no superarán los 55 millones de ecus.
Por último, las partes contratantes tienen la posibilidad de aplicar cláusulas especiales que les permitan, en determinadas condiciones, mantener restricciones a la importación.
El logro de estos acuerdos supondría la posibilidad de extender significativamente el comercio mundial del aceite de oliva, gracias a los compromisos en materia de reducción de las trabas a las importaciones suscritas por las partes contratantes.

TÚNEZ

Información general

Después de la CE, Túnez es la mayor potencia mundial en el sector del aceite de oliva. Este país cuenta con más de 55 millones de árboles, de los cuales 11 millones son aún improductivos, cultivados en cerca de 1.400.000 ha. En las tres últimas campañas se aprecia un espectacular aumento de la producción, habiéndose superado en la campaña 1991-1992 la barrera de las 200.000 toneladas.
Actualmente se están llevando a cabo importantes cambios en la política oleícola tunecina que hacen necesario dividir su estudio en dos fases: una anterior y otra posterior al Decreto 93-2328, de 27 de octubre de 1993, por el que se organiza la campaña oleícola 1993-1994.

– Primera fase: La comercialización del aceite de oliva y del aceite de orujo de oliva estaba sujeta a un monopolio gubernamental. Para gestionar este monopolio, se creó, por Decreto-Ley nº 62-64, del 30 de agosto de 1962, la Oficina Nacional del Aceite (ONA), organismo público de carácter industrial y comercial, con personalidad civil y autonomía financiera.
  En noviembre de 1967, se efectuaron unas reformas institucionales, entre ellas la creación de la Unión Central de Cooperativas Oleícolas (UCCO), encargada de ciertas funciones de la Oficina Nacional del Aceite. Sin embargo, el papel de la UCCO no se limitaba a la reorganización del mercado oleícola, sino que se extendía a la promoción y a la diversificación de los aceites vegetales.
  Por Decreto-Ley nº 70-13, del 16 de octubre de 1970, por el que se reorganizaba la Oficina Nacional del Aceite, el monopolio se confió de nuevo por completo a la

ONH. Posteriormente, el Decreto se modificó en 1971 y 1973 y, por última vez, por el Decreto nº 80-409 del 15 de abril de 1980.

Más tarde se crearon otros organismos, muy importantes para el sector oleícola y, entre ellos, el Instituto del Olivo, creado en 1982 por Decreto nº 82-1454, del 19 de noviembre de 1982, encargado de emprender acciones de investigación, estudio, experimentación, información e intervención encaminadas a desarrollar y promover el sector oleícola en sus tres componentes agronómico, tecnológico y económico, y el Instituto Nacional de Nutrición y de Tecnología Alimentaria, que tiene como funciones esenciales la realización de trabajos de investigación y de control en los sectores de la nutrición y de la alimentación.

– Segunda fase: Los cambios en la política oleícola tunecina son fruto de una evolución gradual. A partir de 1986 se está llevando a cabo un programa de reforma económica y de ajustes estructurales en todo el país, con el apoyo del Banco Mundial y del GATT, para la liberalización del comercio exterior y el desmantelamiento de la mayor parte de los monopolios del Estado.

La supresión del monopolio gubernamental en materia de comercialización del aceite de oliva y del aceite de orujo de oliva se ha realizado mediante el Decreto nº 93-2328 de 27 de octubre de 1993, por el que se organiza la campaña oleícola 1993-1994 y la Ley nº 94-37 de 24 de febrero de 1994 (publicada en el B.O. de la República Tunecina de 1 de marzo de 1994).

La Oficina Nacional del Aceite ya no tiene por tanto el monopolio de la comercialización de los aceites de oliva y de los aceites de orujo de oliva. En efecto, queda autorizado en todo el territorio de la República la venta ambulante de los aceites de oliva tunecinos. Además, los aceites de oliva pueden adquirirse, sin limitación de cantidad, directamente a los productores o en los depósitos de la ONA.

No obstante, el papel de la ONA sigue siendo de gran importancia: los almazareros pueden ceder a la ONA las cantidades de aceite de oliva producidas en sus almazaras, tanto si estos aceites provienen de aceitunas adquiridas por ellos o que les pertenezcan o que constituyan aportaciones de sus clientes. Estas almazaras son consideradas «organismos de recogida» y como tales deben seguir todas las instrucciones dadas por la ONA.

Medidas relativas a la poducción

Este país está efectuando un gran esfuerzo de reestructuración, de modernización y de mejora de la calidad de los aceites, acompañado de una considerable expansión de las superficies plantadas de olivos. Este esfuerzo se ha manifestado a lo largo de los años en una serie de programas con los que se pretende, por una parte mejorar la producción de aceitunas y, por otra, mejorar la industria oleícola en su conjunto.

Programas para mejorar la producción de aceitunas: Se centran en la creación de plantaciones intensivas de regadío de variedades para aceitunas de mesa, de invernaderos de multiplicación, en la protección fitosanitaria, la fertilización, la regeneración del olivar, los métodos de injerto y la poda, así como en la reconversión y la mejora de la productividad de los olivares para aceite.

Programas de modernización de la industria olivarera: En los planes quinquenales se suelen incluir medidas para la modernización de la industria olivarera. El VII y el VIII Planes de Desarrollo establecidos para el período 1987-1991 y 1992-1996, respectivamente, han incluido también entre sus objetivos la mejora cuantitativa y cualitativa de la producción oleícola, la modernización de las almazaras y de las refinerías existentes, la creación de unidades en las zonas subequipadas, así como la valorización de subproductos.

Proyectos: Conviene citar además dos proyectos que han tenido gran importancia para el desarrollo del sector: el proyecto FAO-SIDA TUN 2 y el proyecto IRQ 501.

Las modalidades de intervención que utilizan los organismos oficiales son, fundamentalmente, créditos, subvenciones, formación de profesionales, investigación, estudio y divulgación.

Comercialización y consumo interior

Con anterioridad a la supresión del monopolio del Estado, la ONA era la encargada de la comercialización en el mercado interior del aceite de oliva, del aceite de orujo de oliva y de los otros aceites vegetales comestibles.

Hasta la entrada en vigor del Decreto nº 93-2328, el consumo se encontraba limitado. A cada familia se le otorgaba un cupo máximo de consumo que no podía sobrepasar. Este cupo podían retirarlo los productores de su propia producción o podía comprarse por los no productores en las almazaras reconocidas por la ONA. Como consecuencia de la liberalización del sector oleícola, los aceites de oliva se pueden adquirir sin limitación de cantidad.

Intercambios internacionales

Recientemente, se han introducido importantes modificaciones en la política de exportación tunecina. En efecto, desde 1986 se está llevando a cabo un programa de reforma económica y de ajustes estructurales, con el apoyo del Banco Mundial y del GATT. De hecho, ya se permite a los operadores exportar aceite de oliva siempre que les sea otorgada la autorización necesaria por el órgano administrativo competente.

TURQUÍA

Información general

En 1993, el patrimonio oleícola de Turquía cubría más de 877.700 ha y contaba con un total de 87.705 millones de olivos, de los cuales cerca de 6 millones no habían entrado aún en producción.

En este país, existen unas 320.000 explotaciones oleícolas familiares, de las que alrededor de un 14 % se agrupan en tres cooperativas: Taris (con 15.000 miembros, dedicada principalmente al aceite de oliva y en menor proporción a las aceitunas de mesa); Güneydogu Birlik (con 1.250 miembros, dedicada esencialmente al aceite de oliva) y Marmara Birlik (con 30.000 miembros; se ocupa esencialmente de las aceitunas de mesa negras).

Aunque el gobierno interviene directamente en la política oleícola, estas cooperativas juegan un papel esencial, ya que están dirigidas por un funcionario gubernamental y se encargan de las operaciones de compra, de almacenamiento y, eventualmente, de la exportación y de la importación.

Medidas relativas a la producción

Ante la importancia de la producción de aceite de oliva en Turquía, se vienen realizando esfuerzos, especialmente en las zonas de olivar tradicional, para regenerar los olivares existentes y plantar otros nuevos, así como en materia de mecanización de los cultivos y de divulgación de técnicas de poda adecuadas y de otros trabajos culturales. Para conseguirlo se han puesto en marcha una serie de medidas concretas entre las que destacan las siguientes:

- Creación de olivares experimentales en las distintas zonas oleícolas para mostrar a los oleicultores que la producción de un árbol puede aumentarse si se le prestan los cuidados adecuados y se aplican las medidas necesarias.
- Organización de cursos en las poblaciones oleícolas, con objeto de incrementar los conocimientos de los productores y hacer demostraciones de las técnicas de injerto, poda y abono.
- Realización de campañas de divulgación para informar a los agricultores de los resultados de las investigaciones y comunicarles informaciones técnicas, poniendo especial atención en que el material publicado sea entregado a los agricultores.
- Distribución de productos antiparasitarios y fomento del trabajo en equipo para la prevención y la lucha contra las plagas, las enfermedades y los parásitos perjudiciales para el olivo.
- Programas para modernizar la industria olivarera: el 67 % de las almazaras siguen utilizando el sistema tradicional.

Comercialización y consumo interior

En el último decenio, Turquía ha liberalizado sensiblemente su política y sus prácticas comerciales en relación con los aceites de oliva y los otros aceites vegetales comestibles. Sin embargo, dada la importancia económica y social del sector oleícola en este país, el Estado se ve obligado a adoptar medidas para proteger a los productores y para reducir las diferencias entre los años de escasa cosecha y los de fuerte producción, con objeto de atenuar las excesivas fluctuaciones de los precios. Así pues, el aceite de oliva está inscrito, desde 1966, en una lista de productos que se benefician de un apoyo especial.

Al comienzo de cada campaña, el Ministerio de Industria y Tecnología fija un precio base para el aceite de oliva de 5 grados de acidez, tras conocer el parecer de las organizaciones representativas del sector y teniendo en cuenta el volumen de la producción, de los *stocks*, de los costes y del precio de mercado. Este precio es ratificado por el Comité Superior de Coordinación de Asuntos Económicos.

Una vez determinado el precio base, las Uniones de Cooperativas antes citadas son designadas por el gobierno para realizar las compras de apoyo del aceite de oliva que se les ofrece pagándolo al precio base fijado. Taris es, con diferencia, la Unión de Cooperativas de mayor importancia. Esta institución compra el aceite de oliva a sus miembros a un precio ligeramente superior al precio de intervención fijado y les facilita asistencia técnica y créditos de campaña en forma de productos pesticidas y fertilizantes reembolsables en el momento de la compra del aceite. El aceite de oliva comprado por Taris en virtud de este sistema es almacenado y utilizado como *stock* regulador cuando es necesario.

En el caso de las aceitunas de mesa, la cooperativa Union Marmara Birlik fija el precio de compra para la mejor variedad, Gemlik, que sirve de referencia, y a partir de la cual se fijan los precios de otras variedades.

Por lo que se refiere al consumo de aceite de oliva, los principales factores que influyen en su evolución son los precios y los hábitos alimentarios. Para incrementar el consumo, los poderes públicos procuran garantizar la genuinidad del aceite de oliva, merced a la aplicación de una reglamentación adecuada. Se señala que las empresas del sector privado efectúan acciones de publicidad directa para sus propias marcas.

Intercambios internacionales

Turquía sólo realiza importaciones de aceite de oliva ocasionalmente. Sin embargo, procede regularmente a la exportación de ciertas cantidades de aceite de oliva. Por el contrario, la producción total de otros aceites vegetales comestibles no es suficiente para cubrir la demanda interna, lo que hace necesario que se importe regularmente. Se exporta sobre todo aceites lampantes, y es muy escasa la exportación de aceite de oliva virgen y de aceite refinado.

Desde el Decreto del 13 de diciembre de 1990, no se ha concedido ninguna subvención a la exportación.

En la actualidad, la única medida que se aplica a favor de las exportaciones es el reembolso de los impuestos de exportación. Todos los impuestos y derechos desde el olivar hasta la exportación son devueltos al exportador según las modalidades recogidas en la ley.

Al igual que para las exportaciones de otros muchos productos, se efectúa un control de calidad en las exportaciones de aceite de oliva, de conformidad con las Normas para el Aceite de Oliva Comestible y con las Normas en materia de Métodos de Inspección, que entraron en vigor en 1967.

MARRUECOS

Información general

En Marruecos el olivo es la principal especie frutal. Se calcula que en 1992-1993 contaba con 39,5 millones de olivos, sobre una superficie total de 395.000 ha. Aunque el olivo se encuentra prácticamente en todo el territorio nacional, predomina en dos regiones: Fez (centro) y Marrakech (sur), cada una de ellas con el 25 % del olivar marroquí.

Medidas relativas a la producción

Actualmente, una cuarta parte de la producción total se destina a aceituna de mesa, lo que supone un volumen comercializado de 50.000 a 60.000 toneladas. Las tres cuartas partes restantes serán para la producción de aceite.

La intervención del Estado tiende a sensibilizar a los agricultores para que gestionen mejor su patrimonio, así como a divulgar técnicas racionales para el cultivo del olivo. Así, ya en 1969 comenzó una acción denominada «Mejora de la producción oleícola» y desde entonces las intervenciones del Estado en este campo no han cesado de intensificarse:

- En relación con la investigación: la poda, principalmente de rejuvenecimiento; la selección clonal; el estaquillado semileñoso; el abono; la lucha contra las enfermedades y los parásitos.
- En relación con la divulgación: la entrega a los agricultores de plantas seleccionadas; el injerto y la poda; la divulgación de los métodos de lucha contra los parásitos y las enfermedades; la formación de técnicos oleícolas a escala provincial.
- En relación con las aguas y los montes: se trata principalmente de las plantaciones de olivos practicadas en virtud de la defensa y restauración de los suelos.
- En relación con la transformación de las aceitunas en aceite: existen dos subsectores, según la clase de los equipos empleados, uno llamado «artesanal» y otro llamado «moderno» o «semimoderno». El sector industrial cubre las actividades de trituración y de conserva, mientras que el sector tradicional efectúa solamente la trituración de las aceitunas. Se ha emprendido un programa de modernización de la industria olivarera (aceite de oliva, aceite de orujo de oliva, aprovechamiento de los subproductos, etc.) y se han creado centros de colecta de aceituna.

Las intervenciones actuales se concentran en la realización de trabajos de mantenimiento en 1.200.000 olivos; la distribución gratuita de plantas; y la concesión de créditos por la Caja Nacional de Crédito Agrícola para la plantación y mantenimiento de los olivares.

Comercialización y consumo interior

Los precios de venta del aceite de oliva a los consumidores son libres; en cambio, los precios de los aceites de semillas están totalmente controlados y regulados por los poderes públicos. En relación con los otros países mediterráneos, el consumo de aceite de oliva es muy débil. En su mayor parte, la producción se consume en las zonas rurales.

Los esfuerzos realizados en el sector de las oleaginosas se refieren principalmente a la modernización de los equipos con el fin de mejorar la calidad comercial de los aceites y hacer más rentables los subproductos.

Intercambios internacionales

Desde 1963, Marruecos exporta regularmente aceite de oliva, aunque en pequeñas cantidades. La característica esencial de las exportaciones marroquíes de aceite de oliva es la fluctuación del volumen exportado, que varía en función de cada cosecha y de las necesidades del comercio internacional.

Marruecos también exporta conservas de aceituna en cantidades variables dependiendo del año (46.000 toneladas en 1993). Se trata fundamentalmente de ventas a granel cuyo valor local es muy débil.

Entre las medidas tomadas de cara a la exportación, se encuentra la exigencia de certificado de exportación para toda salida de aceite de oliva y de aceite de orujo de oliva del país.

Marruecos importa en raras ocasiones aceite de oliva. En cambio, las importaciones de otros aceites vegetales comestibles son apreciales y ascienden a un promedio de 178.833 toneladas por campaña, ocupando el primer lugar el aceite de soja, seguido por el de colza y el de girasol.

ARGELIA

Información general

En 1991 el olivar argelino ocupaba 195.527 ha (19,5 millones de plantas de las que sólo el 10 % no habían entrado aún en producción). El olivar está repartido en dos zonas principales: el olivar tradicional, que cubre 165.861 ha, es decir, un 85 % del potencial nacional cuya producción se destina en su totalidad a la almazara, y el olivar moderno, que cubre una superficie de 28.139 ha y cuya producción se destina esencialmente a frutos de mesa.

Los instrumentos de intervención gubernamental han variado considerablemente en los últimos años. A partir de finales de los años ochenta, se ha asistido a una liberalización del sector, que ha culminado en 1990. Hasta entonces, la Oficina Nacional Argelina de Productos Agrícolas (ONAPO) monopolizaba la intervención en el sector. A partir de 1990, sin embargo, son muchas las estructuras públicas que intervienen en el marco del fomento de la oleicultura argelina. Por ejemplo:

- El Instituto de Técnicas Arborícolas y Vitícolas (ITAV), encargado de la investigación aplicada de las especies frutales, incluido el olivo, así como de la labor de divulgación.
- La Unión de Cooperativas de Producción de Plantas (UPC), encargada de la organización de la producción de plantas en colaboración con la ITAV.

- La Dirección de Servicios Agrarios de los Wilayatos (DSA), que tiene por misión coordinar y divulgar actividades de carácter técnico entre los Wilayatos.
- Las granjas piloto.
- Las tres Oficinas Regionales de Productos Oleícolas, cuya misión consiste en promover el desarrollo de la oleicultura y valorizar los productos y subproductos oleícolas. Estas oficinas se ocupan también de transformar y de comercializar la producción oleícola.

Medidas relativas a la producción

El Estado realiza distintos tipos de acciones para mejorar la producción, la industria y el comercio del aceite de oliva y de los otros aceites comestibles.

Existe una estrategia para la mejora del olivar tradicional que abarca hasta el año 2000. Para ponerla en práctica, se ha previsto crear nuevas plantaciones y llevar a cabo un programa para la regeneración de los olivos viejos.

En cuanto al olivar moderno, la acción se ha centrado en la reorganización de las explotaciones. A partir de 1987-1988 se ha pasado en el sector agrícola de los grandes dominios autogestionados a las cooperativas y las explotaciones individuales.

Otro método muy utilizado para potenciar la producción consiste en otorgar créditos de campaña y de equipamiento. Además, las autoridades argelinas decidieron modernizar el sector de la extracción del aceite de las aceitunas mediante la puesta en funcionamiento de 200 almazaras modernas.

En cuanto al orujo de oliva, este subproducto está muy poco valorado actualmente. Sólo existen tres centros de secado y no hay ninguna fábrica para la extracción con disolvente del aceite residual. Por ello, la Oficina Regional de Productos Oleícolas del Centro tiene previsto instalar una fábrica de extracción de orujo de una capacidad de 50.000 toneladas.

Finalmente, respecto al aderezo de aceitunas, la actividad se concentra en la Oficina Oleícola del Oeste, que dispone de 9 unidades de producción de aceitunas para conserva, tres almazaras y una unidad de envasado. El equipamiento de las unidades de producción se adquirió durante el período 1969-1976. El equipo del resto de las unidades es anterior a 1962.

Comercialización y consumo interior

En el sector de la comercialización interior, ha habido también importantes cambios a partir de 1990. Antes de esta fecha, los precios del aceite de oliva a nivel de consumo se fijaban por orden interministerial y estaban tasados y unificados para todo el territorio nacional. La ONAPO controlaba la comercialización interior, las importaciones y las exportaciones.

A partir de 1990, el sistema se ha liberalizado y, en la actualidad, los precios de venta son libres. Los organismos públicos de distribución (EDIPAL, EDG, ASWAK) sólo intervienen en la comercialización en una proporción limitada, comprendida entre el 10 y el 15 %. El resto de la producción se destina a la venta libre fuera de las estructuras y es comercializada por los comerciantes privados (tanto mayoristas como minoristas).

El consumo de grasas por habitante en este país es el más bajo de toda la cuenca mediterránea. Tradicionalmente el aceite de oliva consituye, en las regiones centro y este, el alimento básico de la población, mientras que en el sur y en el oeste sólo últimamente el aceite de oliva comienza a penetrar en los hogares como producto habitual de la dieta.

Intercambios internacionales

Las importaciones de aceite de oliva están prohibidas en Argelia, mientras que se importan alrededor de 319.167 toneladas por campaña de otros aceites vegetales comestibles (sobre todo, aceites de colza, de soja y de girasol).

El Decreto de 6 de mayo de 1964 permitía las exportaciones de aceites de oliva siempre que cumplieran las prescripciones del Decreto y estuvieran exentos de cualquier mezcla con otras materias grasas o productos de cualquier origen o naturaleza.

Posteriormente, una orden ministerial de 1977, ha prohibido todas las exportaciones de productos de primera necesidad, entre ellos el aceite de oliva. No obstante, en 1987-1988 se exportaron 600 toneladas de aceite de oliva.

ISRAEL

Información general

En este país, el olivar se caracteriza por dos tipos de cultivos: por una parte, las plantaciones tradicionales ubicadas en la Alta y la Baja Galilea y, en segundo lugar, la nueva región de cultivo intensivo de regadío en las cercanías del Valle del Jordán.

Medidas relativas a la producción

Los principales problemas a los que ha tenido que enfrentarse la industria oleícola de Israel en los últimos años son la falta de mano de obra, la alternancia de la producción, la elección limitada de cultivares, las plantaciones parcialmente envejecidas y con reducida productividad y el estado fitosanitario de los olivares.

Se ha llevado a cabo una amplia investigación para superar estos problemas, especialmente en materia de:

1. Mecanización de la recogida de la aceituna. Los primeros estudios en la materia se remontan a 1953 y se han centrado fundamentalmente en los productos de abscisión.
2. Bioclimatología. En este campo se han realizado estudios sobre los diferentes factores que influyen en la floración y en la fructificación (irradiación, intensidad de la luz y temperatura en distintas ubicaciones geográficas y en los cuatro puntos cardinales de exposi-

ción del árbol), así como sobre el metabolismo y la alternancia.

3. Influencia del agua. La mayor parte de los olivares de aceitunas de mesa en Israel se cultivan por el sistema de regadío. Por tanto, se han probado los diferentes sistemas de riego, de dosificación del agua y de fertirrigación.
4. Material vegetal y multiplicación. Puesta en marcha de numerosas pruebas de aclimatación de cultivares para almazara y para aceitunas de mesa con sistemas de secano y de regadío. Estudio de técnicas de cultivo para acortar el periodo de juventud así como técnicas para la selección clonal y la mejora genética.

Por otra parte, Israel lleva a cabo también trabajos de investigación y de desarrollo en unas 80.000 ha de olivos en Cisjordania, de los cuales la mayoría son para la extracción de aceite.

Intercambios internacionales

La media del período 1986/1987 y 1991/1992 indica que Israel importa alrededor de 400 toneladas anuales de aceite de oliva y exporta en torno a las 330 toneladas. Más importantes son las cifras de otros aceites vegetales, ya que se importan anualmente unas 86.400 toneladas de aceites de semillas, fundamentalmente de colza, soja, girasol y maíz.

YUGOSLAVIA

Información general

Durante la campaña 1990/1991, el olivar ocupaba en Yugoslavia 2.836 ha, con un número total de olivos de 407.338, de los que 12.000 se destinaban a aceitunas de mesa y 395.338 a la almazara.

Medidas relativas a la producción

En materia oleícola, se está incidiendo en la producción de material vegetal, la producción de aceitunas de mesa y la producción de aceite de oliva. Desde 1994 se hace hincapié en la plantación de nuevos olivares en una superficie inicial de 50 ha, que se ampliará progresivamente hasta llegar a unas 200 ha en el año 2000.

El Instituto para los Cultivos Subtropicales de Bar, creado en 1937, es la organización autorizada para desarrollar todos los asuntos científicos y profesionales en el ámbito del cultivo del olivo.

En cuanto a la industria oleícola, se está incidiendo en la modernización del sector, sobre todo con la compra de una cadena continua para la transformación de aceitunas en aceite.

También se han tomado medidas para mejorar la tecnología del aderezo de las aceitunas, el envasado del aceite y de las aceitunas y la comercialización de los productos oleícolas. Con el fin de organizar este trabajo de forma profesional, se ha creado una Asociación del Aceite (YU oils) con sede en Belgrado.

Nueva situación

Los cambios acaecidos en la Federación no permiten dar por ahora más datos sobre estadísticas y políticas oleícolas nacionales.

CHIPRE

Información general

La isla de Chipre tenía en 1990 un patrimonio olivarero de 7.250 ha, con 1.657 millones de olivos, de los cuales 1.510 millones estaban en producción. Las mayores plantaciones se encuentran en el norte del país. La producción media de aceite de oliva en el período 1986/1987 a 1991/1992 fue de 1.750 toneladas, mientras que el consumo se situó en torno a las 2.250 toneladas.

Medidas relativas a la producción

El objetivo de la política nacional en este ámbito es el de mejorar e incrementar la productividad de los olivos con el fin de aumentar la renta de los oleicultores y de mejorar su nivel de vida. Para lograrlo, el gobierno de Chipre ha tomado las siguientes medidas:

- Ya en 1965, el Ministerio de Agricultura empezó a aplicar un proyecto para fomentar la plantación de olivos. A partir de entonces, se crearon viveros en diferentes regiones para la producción de plantas de olivos y la venta de las mismas a los agricultores a precios ventajosos, en parte subvencionados.
- El Ministerio de Agricultura se ha preocupado también de favorecer la mejora de los viejos olivares. El Instituto de Investigaciones Agrícolas es el organismo encargado de experimentar en estos campos.
- Los Servicios de Divulgación del Ministerio de Agricultura realizan con regularidad en numerosas regiones olivareras cursillos y demostraciones destinados a los agricultores.
- Los oleicultores pueden beneficiarse también de condiciones especiales de financiación y de ventajas para la obtención de créditos.

Comercialización y consumo interior

A pesar de la evidente fluctuación de los costes, hasta finales de 1967 no existían medidas de garantía o de apoyo por parte del gobierno u otras medidas de efecto directo sobre los ingresos de los productores. Sin embargo, a partir de 1968, con la ley 24/68 sobre la comercialización del aceite de oliva, se establecieron medidas concretas de apoyo a la producción de este producto. Actualmente, el gobierno garantiza un precio mínimo de compra a la producción.

Los organismos oficiales de intervención en el sector son el Ministerio los Productos Oleícolas de China (Cyprus Olive Products Marketing Board) encargada de crear las condiciones más idóneas para estimular a los oleicultores a producir más y mejor.

En el campo de la comercialización, el gobierno de Chipre ha adoptado la Ley sobre el Aceite de Oliva (Ley nº 23/63 modificada por la Ley 59/93) que regula las condiciones de compra y puesta en venta de este producto.

Intercambios internacionales

Como la producción nacional no es suficiente para satisfacer las necesidades internas, Chipre importa normalmente unas 300 toneladas de aceite de oliva al año. Tales importaciones vienen reguladas por la ley de Comercialización de los Productos Oleícolas 60/68. La Oficina de Comercialización de los Productos Oleícolas de Chipre es la única habilitada para realizar importaciones o exportaciones, salvo autorización especial de la Oficina al comercio privado. Para cubrir sus necesidades de grasas, Chipre importa también unas 25.800 toneladas de otros aceites vegetales.

EGIPTO

Información general

En 1992, Egipto contaba con 7,2 millones de olivos, repartidos en 25.200 ha. La casi totalidad de las aceitunas producidas se destinan al consumo como aceitunas de mesa. La producción media de aceite de oliva apenas sobrepasaba las 750 toneladas.

Medidas relativas a la producción

Se aplican unas medidas generales de intervención gubernamental, entre ellas las del Departamento de Regulación de los Intercambios (importaciones y exportaciones) del Ministerio de Sanidad. Asimismo, conviene citar la realización de nuevas plantaciones en los últimos años, merced a la actividad de la Organización General para el Desarrollo del Desierto.

La elaboración del aceite se sigue haciendo mayoritariamente con equipos tradicionales, aunque recientemente se tiende a la instalación de almazaras modernas.

Intercambios internacionales

Como la producción nacional de aceite de oliva es insuficiente, se importan alrededor de 500 toneladas anuales para cubrir la demanda interior de aceite de oliva, que se estima en 1.500 toneladas. Sin embargo, para cubrir sus necesidades de aceites vegetales fluidos comestibles, Egipto debe efectuar importaciones anuales de aceite de semillas, que se sitúan en un promedio de 93.000 toneladas de aceite de algodón y 273.000 toneladas de aceite de girasol.

OTROS PAÍSES OLEÍCOLAS

SIRIA

Información general

En este país, el olivar se extiende sobre unas 405.000 ha, con un total de 46,5 millones de olivos, de los que sólo 29 millones han alcanzado la fase de plena producción. De las 350.000 toneladas de aceitunas recogidas anualmente como promedio, 280.000 toneladas se destinan a la extracción de aceite, de las que se obtienen 70.000 toneladas, y el resto (70.000 toneladas) se emplean para frutos de mesa, en su mayoría para el consumo local.

Medidas relativas a la producción

La oleicultura es un sector que goza de la atención y apoyo del gobierno, què facilita los medios e instalaciones necesarios y adopta medidas para su mejora, como la concesión de créditos para la creación de nuevas plantaciones o la regeneración de los olivos viejos. En concreto, el Ministerio de Agricultura y Reforma Agraria realiza distintas acciones, entre las que destacan:

- La instalación de viveros para la producción de plantas bajo nebulización para responder a las crecientes necesidades de material vegetal.
- La importación de maquinaria para los diferentes trabajos de cultivo.
- La protección fitosanitaria con la ayuda de tratamientos colectivos efectuados con aviones.
- Proyectos para la implantación de zonas de regadío en el norte del país.

Asimismo, se ha creado la Oficina del Aceite, que actúa como centro especializado encargado de efectuar trabajos de investigación y de divulgar entre los oleicultores las técnicas más modernas, además de proporcionarles información actualizada.

Como la mayoría de los molinos son antiguos, se producen grandes pérdidas de rendimiento y los aceites que se obtienen son de baja calidad. Para mejorar el sector, el gobierno ha tomado medidas para la modernización de las almazaras e incrementar el potencial de trituración, que es netamente insuficiente, creando almazaras modernas equipadas con superprensas o material aún más moderno.

Comercialización y consumo interior

El comercio interior de aceites de oliva, de aceites de orujo de oliva y de otros aceites vegetales fluidos comestibles se realiza entre los productores y los consumidores a través de los comerciantes y los organismos gubernamentales competentes.

Intercambios internacionales

Los intercambios internacionales están regulados por el Ministerio de Agricultura y Reforma Agraria y el Ministerio de Abastecimiento de Productos Alimentarios. La intervención se realiza por medio de las Direcciones Regionales de Abastecimientos de Productos Comestibles.

Actualmente se autoriza la importación de aceites vegetales comestibles distintos del aceite de oliva. La cantidad media importada de estos aceites en las cinco cam-

pañas 1986/1987 a 1991/1992 ha sido de 19.333 toneladas.
Siria concluyó un Acuerdo Interino de Cooperación con la CE, firmado el 18 de enero de 1977, en virtud del cual la mayoría de los productos agrícolas sirios gozan de condiciones arancelarias muy favorables para el acceso al mercado de la Comunidad.

ARGENTINA

Información general

Argentina cuenta con una producción media anual de aceite de oliva de 9.200 toneladas (media de las campañas 1987/1988 a 1992/1993). Esta cantidad resulta pequeña si se compara con la producción de otros aceites vegetales, cuya media ascendió, en el mismo período, a 3.200.000 toneladas.

Medidas relativas a la producción

Los objetivos de la política argentina en materia de producción son:
- Alcanzar un nivel de producción que permita satisfacer la demanda interior y contar con excedentes exportables en provecho de la economía nacional.
- Estimular la producción mediante precios mínimos para las semillas que garanticen al productor unos ingresos equitativos y acciones tendentes a mejorar las variedades existentes o a crear otras nuevas y promover la mecanización de los cultivos.
- Facilitar créditos a medio plazo a tipos de interés inferiores al 5 u 8 % a los tipos de mercado.

Los organismos de intervención son la Junta Nacional de Granos, que actúa sobre el mercado de semillas y a veces funciona como comprador único, y el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), que desempeña sus funciones a través de sus estaciones experimentales y oficinas de divulgación.

Intercambios internacionales

El consumo de aceite de oliva en este país es inferior a su producción, ya que gira en torno a las 4.100 toneladas, lo que permite dedicar el resto a la ecportación. Los derechos, tasas, impuestos y restituciones se fijan generalmente según las calidades de los aceites considerados y el contenido de los envases. Difieren igualmente si el aceite es para la importación o para la exportación.
Se recuerda, por otra parte, que en marzo de 1991 el Tratado del Mercado Común del Sur (MERCOSUR) fue firmado por Argentina, Brasil, Paraguay y Uruguay. Entre los objetivos de este Tratado se señalaba la eliminación progresiva de todos los obstáculos arancelarios de los Estados miembros para el 31 de diciembre de 1995, así como la coordinación de las políticas nacionales, entre otras, en materia de comercio, industria, agricultura y divisas para el 31 de diciembre de 1994.

JORDANIA

Información general

En 1990, Jordania tenía una superficie de 54.742 ha de olivar, con 5,4 millones de árboles, de los cuales el 26 % aún no estaba en pleno rendimiento. La producción media por campaña durante el período comprendido entre 1986/1987 y 1991/1992 apenas alcanza 8.000 toneladas por campaña.

Medidas relativas a la producción

El gobierno está particularmente interesado en la ampliación de la superficie con olivares y a tal efecto se desarrollan intensos esfuerzos para disponer de una cantidad suficiente de material vegetal cada año. El sistema de multiplicación más utilizado es el injerto sobre portainjertos de semillas, así como el estaquillado bajo nebulización.

Intercambios internacionales

Jordania se ve obligada a importar unas 3.000 toneladas de aceite de oliva al año además de otras 30.000 toneladas de diversos aceites vegetales comestibles.
El Acuerdo de Cooperación concluido entre Jordania y la CE, firmado el 18 de enero de 1977, establece un régimen de acceso preferencial para la mayoría de los productos agrícolas jordanos exportados al mercado comunitario.

LIBIA

Información general

Libia es un pequeño productor de aceite de oliva. Según los datos estadísticos de las campañas oleícolas 1987/1988 a 1992/1993, la producción media fue de unas 6.200 toneladas anuales de aceite de oliva, lo que no es suficiente para cubrir un consumo interior que gira en torno a las 36.750 toneladas anuales.

Medidas relativas a la producción

En el campo de la producción de aceite de oliva, se prevén medidas de fomento a la producción, como son la concesión de créditos para la construcción y compra de equipamiento destinado a nuevas almazaras, con exención de los derechos de aduana. Estas almazaras también están exentas de impuestos durante cinco años.
Por otra parte, existen medidas de intervención estatal en el sector. La Sociedad Nacional de Productos Alimentarios se encarga de comprar los excedentes de aceite de oliva a los productores.

Comercialización y consumo interior

El comercio interior del aceite de oliva, del aceite de orujo de oliva y de los otros aceites vegetales fluidos comestibles sigue el circuito normal de distribución, compuesto de mayoristas, agrupaciones cooperativas y comerciantes al por

menor. Los precios se fijan en las diferentes fases de la comercialización y del consumo.
Para asegurar la buena calidad de los aceites, existe la obligación de su análisis por el laboratorio de nutrición. El almacenamiento lo efectúa la Sociedad Nacional de Productos Alimentarios, que dispone de centros de almacenamiento adecuados a las necesidades.

Intercambios internacionales
Libia importa alrededor de 21.800 toneladas de aceite de oliva por campaña (media de 1987-1988 a 1992-1993). La Sociedad Nacional de Productos Alimentarios es el organismo encargado de autorizar las operaciones de importación. En las últimas campañas, por razones coyunturales internacionales, las importaciones de aceite de oliva han descendido a niveles muy bajos.

LÍBANO

Información general
Existen en Líbano un total aproximado de 5,5 millones de olivos, el 75 % de los cuales son adultos y el resto menor de 15 años.
La producción media de aceite de oliva para el período 1986/1987 y 1991/1992 se estima en 5.700 toneladas por campaña.

Medidas relativas a la producción
A pesar de que el olivo es el árbol frutal de mayor importancia en el país, este cultivo está abocado al abandono debido a numerosos factores y, sobre todo, a problemas de disponibilidad de mano de obra y de mecanización de los cultivos. Por otra parte, las reducidas dimensiones de las propiedades, el absentismo, la competencia de los aceites de semillas, etc., son otros tantos factores que contribuyen a agravar la situación y han contribuido, por tanto, a reducir paulatinamente la productividad de los olivos libaneses.
Para combatir este problema, en los últimos años se están aplicando medidas de protección fitosanitaria y de mejora de la productividad, tanto a escala nacional como regional. Las más importantes son la distribución de plantas por el Instituto de Investigaciones Agronómicas (IRA), la intensificación de la producción de los olivos más antiguos, el fomento de la mecanización de las labores, la lucha antiparasitaria y la divulgación de los conocimientos técnicos.

Comercialización y consumo interior
Aunque el origen de la oleicultura libanesa es muy antiguo, se encuentra en claro declive. La intervención gubernamental en este aspecto es prácticamente inexistente. En efecto, no se han fijado precios mínimos garantizados ni precios de apoyo a la producción. Los precios se obtienen por la ley de la oferta y la demanda entre productores, oleifactores y comerciantes.

Intercambios internacionales
Líbano es deficitario en aceite de oliva e importa una media de unas 2.000 toneladas por año de este producto para hacer frente a sus necesidades de consumo, que giran en torno a las 7.000 toneladas.
Actualmente, las exportaciones de aceite de oliva son libres, siempre que se hayan obtenido los oportunos certificados de calidad y no están sujetas a la percepción de un gravamen.
Líbano mantiene un Acuerdo de Cooperación con la UE, que se firmó el 3 de marzo de 1977. En espera de que entrara en vigor, se concluyó ese mismo año un Acuerdo interino entre las dos partes. Entre los productos libaneses que gozan de condiciones más favorables de acceso al mercado comunitario contemplados en este pacto, se encuentra el aceite de oliva.

OTRAS LEGISLACIONES

En general, las legislaciones nacionales en materia de productos se basan en las reglas de normalización internacional puestas a punto por diversas organizaciones; en materia de normalización de los productos alimentarios, los gobiernos se basan por lo general, para poner a punto sus reglamentaciones nacionales de los productos, en las normas del Codex Alimentarius.

NORMAS DEL CODEX ALIMENTARIUS SOBRE EL ACEITE DE OLIVA Y LAS ACEITUNAS DE MESA

Como su nombre indica, el Codex Alimentarius es la recopilación de normas alimentarias elaboradas por una Comisión mixta de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y la Organización Mundial de la Salud (OMS), llamada Comisión del Codex Alimentarius, que agrupa a más de 140 gobiernos y a numerosas organizaciones internacionales, intergubernamentales y no gubernamentales.
La Comisión del Codex Alimentarius ha publicado más de 220 normas alimentarias, desde su creación en 1962, así como 35 códigos de uso en materia de higiene y códigos de usos tecnológicos; ha evaluado más de 500 aditivos alimentarios y contaminantes, ha fijado más de 3.000 límites máximos de residuos para los pesticidas y ha elaborado normas generales sobre el etiquetado y el transporte de los alimentos.
Las normas del Codex Alimentarius son elaboradas por la Comisión del Codex Alimentarius a fin de presentarlas a los gobiernos para su aceptación; últimamente la Comisión del Codex Alimentarius convino en simplificar las normas alimentarias para facilitar su aceptación por los gobiernos. Las normas del Codex Alimentarius incluyen las disposiciones que se juzgan esenciales y utilizadas por los gobiernos como medidas de control reglamentario para garantizar la salud pública, la seguridad de los alimentos y la protec-

ción del consumidor, así como otras disposiciones encaminadas a asegurar la lealtad de las prácticas comerciales y a prevenir los fraudes. Las normas llevan en anexo determinados criterios de composición y de calidad reconocidos en el ámbito internacional y cuya aplicación se recomienda en especial por los negociantes en sus contratos de venta o de compra.

Por lo que se refiere al aceite de oliva y a las aceitunas de mesa, la Comisión del Codex Alimentarius, en colaboración con el Consejo Oleícola Internacional, ha adoptado dos normas:

- La norma Codex para los aceites de oliva y los aceites de orujo de oliva, CODEX/STAN 33-1991, que, en vías de revisión por el Comité del Codex sobre Grasas y Aceites, será adoptada en su versión revisada en 1997.
- La norma Codex para las aceitunas de mesa, CODEX/STAN 66-1991-Revisión 1, 1987.

Cada una de estas normas fija los criterios mínimos de composición y de calidad que los productos objeto de la norma deben cumplir para ser admitidos en el comercio internacional; cada norma fija las especificaciones sobre los aditivos alimentarios, la higiene, el acondicionamiento, el etiquetado y los métodos de análisis utilizados para el control de la pureza y de calidad de los productos.

En materia de métodos de análisis, el Codex Alimentarius se refiere a los trabajos del Comité del Codex sobre Métodos de Análisis y de Toma de Muestras que recomienda la aplicación de sus propios métodos o de métodos puestos a punto y adoptados por las organizaciones especializadas, como por ejemplo, la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada (IUCPA), la Organización Internacional de Normalización (ISO), la Organización Americana de la Sociedad de Química (AOCS).

LAS NORMAS ISO

La Organización Internacional de Normalización (ISO), es una federación mundial de organismos nacionales de normalización, que agrupa a unos 90 miembros, a razón de uno por país.

Los trabajos de la ISO se extienden a todos los sectores de la normalización, con excepción de las normas sobre tecnología eléctrica y electrónica, que caen dentro del ámbito de la CEI, la Comisión Electrotécnica Internacional. La ISO y la CEI forman el sistema especializado de la normalización mundial, el mayor sistema mundial no gubernamental de colaboración voluntaria industrial y técnica.

Los resultados de los trabajos técnicos de la ISO se publican en forma de normas internacionales; los trabajos de la ISO los efectúan 176 comités técnicos y 630 subcomités, que son gestionados por las secretarías técnicas de 34 países. La Secretaría Central de la ISO en Ginebra coordina las actividades, vela por la aplicación de los procedimientos de voto y de aprobación y publica las normas internacionales.

Unas 450 organizaciones internacionales tienen relaciones con los comités técnicos de la ISO, incluidas la mayoría de las instituciones especializadas de las Naciones Unidas.

La ISO coordina los intercambios de información sobre las normas internacionales y nacionales, las reglamentaciones técnicas y otros documentos de tipo normativo, a través de una red de información llamada ISONET, que une el Centro de información de la ISO en Ginebra con los centros nacionales análogos de unos 60 países.

Las relaciones entre la ISO y el Consejo Oleícola Internacional inciden esencialmente sobre los trabajos realizados por los subcomités de Tecnología agroalimentaria sobre las «Materias grasas de origen animal y vegetal» y el «Análisis sensorial» en materia de métodos de análisis sobre todo para su aplicación a los aceites de oliva, los aceites de orujo de oliva y las aceitunas de mesa. Asimismo se han mantenido relaciones entre la ISO y el COI en materia de material para la elaboración de los aceites de oliva, métodos de ensayo y el vocabulario apolicable a la oleotecnia.

NORMAS SOBRE MÉTODOS QUÍMICOS: IUCPA Y AOCS

La Comisión de Materias Grasas y Derivados, creada con objeto de unificar las técnicas analíticas necesarias para la industria y el comercio de las grasas, ha trabajado bajo diversos nombres durante sus noventa años de existencia. En el ámbito de la División de Química Aplicada de la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada (IUCPA), la Comisión de Materias Grasas y Derivados agrupa a químicos de una treintena de países que examinan en conjunto la puesta a punto de métodos de análisis aplicables a las grasas, la puesta a punto de la técnica analítica, el control de su reproducibilidad y de su repetibilidad mediante la realización de ensayos colaborativos y la publicación del texto, como método internacional IUCPA. Los métodos son aplicables a las semillas y frutos oleaginosos, a los aceites y grasas y a las glicerinas y jabones alcalinos.

Las normas del Codex Alimentarius, al igual que las del Consejo Oleícola Internacional, hacen referencia a los métodos de análisis publicados por la IUCPA, así como a los adoptados por la ISO. Para una misma determinación, se recomienda utilizar indistintamente el método IUCPA o el ISO, ya que ambos métodos son similares o iguales.

La American Oil Chemists' Society (AOCS) está encargada desde su creación de poner a punto unos métodos de análisis aplicables a las grasas y sus derivados, de asegurar su publicación y de difundir toda información que afecta a las materias grasas, en forma de revista, congreso, seminario o recopilación de las manifestaciones internacionales realizadas.

Los métodos publicados por la AOCS están unificados en general con los publicados por la IUCPA y la ISO.

La normalización tanto de los productos como de los métodos de análisis y de toma de muestras es importante para que industriales y comerciantes utilicen las mismas referencias.

PROTECCIÓN MUNDIAL DE LA PROPIEDAD INTELECTUAL: OMPI

La Organización Mundial de la Propiedad Intelectual, cuyas siglas en francés y en español son OMPI y en inglés WIPO, es una organización intergubernamental establecida por la «Convención que instituyó la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual», firmada en Estocolmo el 14 de julio de 1967 y que entró en vigor en 1970. La OMPI adquirió el estatuto de institución especializada de las Naciones Unidas en 1974.

El papel de la OMPI es promover la protección de la propiedad intelectual en todo el mundo, mediante la cooperación de los Estados y garantizar la administración de diversas Uniones, cada una de ellas basadas en un tratado multilateral, que se ocupan de los aspectos jurídicos y administrativos de la propiedad intelectual. Las dos primeras Uniones (la Unión de París, para la protección de la propiedad industrial, y la Unión de Berna, para la protección de obras literarias y artísticas) se remontan a 1883 y 1886 respectivamente. En el momento actual, la OMPI administra más de 15 tratados o Uniones. La propiedad intelectual abarca dos sectores principales: la propiedad industrial, que se refiere esencialmente a los inventos, las marcas, los dibujos y los modelos industriales y cinematográficos; y el derecho de autor, que incluye principalmente las obras literarias, musicales, artísticas, fotográficas y cinematográficas. Una gran parte de las actividades de la OMPI se dedica a la asistencia a los países en desarrollo.

Capítulo 13

EL CONVENIO INTERNACIONAL DEL ACEITE DE OLIVA Y LAS ACEITUNAS DE MESA Y EL CONSEJO OLEÍCOLA INTERNACIONAL

Coordinación:
Sr. HÉDI GUERBAA
Primer Director Adjunto
Jefe de la División de
Asuntos Económicos
del Consejo Oleícola Internacional

Textos redactados por:
Sr. FERID ABBASSI
Jefe de la División de Información
del Consejo Oleícola Internacional

Sr. IRFAN BERKAN
Coordinador de las Campañas
de Promoción
del Consejo Oleícola Internacional

Sr. GÉRARD BROUSSE
Jefe de la División
de Asuntos Generales
del Consejo Oleícola Internacional

Sr. CIRIACO CASTAÑEDA
Jefe del Servicio de Cooperación
Técnica
División Técnica del Consejo Oleícola
Internacional

Sr. FABIO GENCARELLI
Chef de l'Unité Promotion Produits
Agricoles
Direction Génerale de l'Agriculture
Commission Europeénne
Bruselas (Bélgica)

Sr. JESÚS MAROTO
Director Adjunto
Jefe de la División de Personal
del Consejo Oleícola Internacional

Sra. BERNADETTE PAJUELO
Jefe del Servicio de Química Oleícola
División Técnica
del Consejo Oleícola Internacional

Sr. AURELIO SEGOVIA
Director Adjunto
Jefe de la División de Promoción
del Consejo Oleícola Internacional

Sr. AHMED TOUZANI
Director Adjunto
Jefe de la División Técnica
del Consejo Oleícola Internacional

EL CONVENIO INTERNACIONAL DEL ACEITE DE OLIVA Y LAS ACEITUNAS DE MESA Y EL CONSEJO OLEÍCOLA INTERNACIONAL

SECRETARÍA EJECUTIVA DEL CONSEJO
OLEÍCOLA INTERNACIONAL

A finales de la Segunda Guerra Mundial y especialmente inmediatamente después de la Conferencia de La Habana de 1947-1948, se esperaba que podría crearse una verdadera red de convenios de productos con objeto de organizar los diferentes mercados de productos básicos, a fin de asegurar su buena distribución, una estabilidad de los precios y una igualdad de acceso entre los Estados consumidores. A pesar de los importantes esfuerzos realizados a este respecto por la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo (UNCTAD), el número de convenios concluido fue muy reducido.

Dada la naturaleza específica del mercado del aceite de oliva, el número limitado de los Estados productores y consumidores, la vecería de la producción, la gran inestabilidad de los precios y la necesidad de poner remedio a todo ello, se imponía una acción internacional de regularización, modernización y promoción.

La primera Conferencia Internacional del Aceite de Oliva se convocó en 1955. Como consecuencia de ella, en 1956 se adoptó el primer Convenio Internacional, y más tarde, el Protocolo de 1958, renovándose, en 1963, un segundo Convenio con modificaciones. Este Convenio, reconducido y enmendado cuatro veces, fue sustituido por un tercer Convenio, llamado «de 1979», y luego por un cuarto llamado «de 1986».

EL CONVENIO INTERNACIONAL DEL ACEITE DE OLIVA Y EL CONSEJO OLEÍCOLA INTERNACIONAL

El Convenio Internacional del Aceite de Oliva y las Aceitunas de Mesa, de 1986, reconducido y prorrogado por el Protocolo de 1993, hecho en Ginebra el 10 de marzo de 1993, entró en vigor definitivamente el 25 de marzo de 1994.

Los Miembros firmantes del Convenio fueron los siguientes (por orden alfabético): Argelia, Chipre, Egipto, Israel, Líbano, Marruecos, Túnez, Turquía, Comunidad Europea y sus 15 Estados miembros y Yugoslavia.

Los países que han pedido status de observadores en las reuniones del Consejo y de sus Comités son los siguientes: Arabia Saudita, Argentina, Australia, Austria, Brasil, Bulgaria, Canadá, Colombia, Costa Rica, Cuba, Chile, China, Ecuador, Eslovaquia, Estados Unidos, Federación de Rusia, Finlandia, India, Irak, Irán, Japón, Jordania, Libia, México, Noruega, Pakistán, Panamá, Perú, Polonia, República Árabe Siria, República Dominicana, Rumania, Tailandia, Uruguay y Venezuela.

Por otra parte, el Consejo Oleícola Internacional mantiene vínculos de colaboración o relaciones de trabajo con gran número de organizaciones e instituciones gubernamentales y no gubernamentales.

El Convenio Internacional del Aceite de Oliva y de las Aceitunas de Mesa tiene un gran interés debido a los progresos que, en su momento, ha realizado en derecho internacional convencional y porque es uno de los pocos convenios flexibles concluidos en el campo de la organización de los mercados mundiales de productos básicos y, más concretamente, el único convenio multilateral que, en la actualidad, se refiere a las materias grasas.

Este Convenio, calificado de flexible, trata de regularizar el mercado sin recurrir a métodos intevencionistas, como es el caso de otros Convenios llamados «de control» según la terminología de la Carta de La Habana.

Por otra parte, desde el punto de vista jurídico, el Convenio Internacional del Aceite de Oliva y de las Aceitunas de Mesa es muy progresivo, porque las técnicas que incluye,

en especial en materia de tomas de decisión, de firma, de entrada en vigor y de duración, de reglamento contencioso o de enmiendas son a menudo originales, casi siempre marcadas por un deseo de realismo jurídico capaz de asegurar su eficacia y a menudo tomadas como referencia en la negociación de otros convenios sobre productos básicos.
El Consejo Oleícola Internacional es la institución creada para asegurar la puesta en marcha del citado Convenio Internacional y controlar su aplicación. Cada parte en el Convenio es miembro del Consejo, que tiene personalidad jurídica y ejerce todos los poderes y cumple o vela porque se cumplan todas las funciones necesarias para la ejecución de las disposiciones del Convenio de que se trata.
El Consejo está encargado especialmente de promover acciones tendentes al desarrollo armónico de la economía oleícola mundial por todos los medios y estímulos de que disponga en los campos de la producción, el consumo y los intercanbios internacionales, habida cuenta de sus interrelaciones.
Está asimismo autorizado para emprender, o hacer que se emprendan, estudios u otros trabajos, con objeto de poder formular las recomendaciones y sugerencias oportunas para alcanzar los objetivos del Convenio.

CARACTERÍSTICAS DEL MERCADO INTERNACIONAL DEL ACEITE DE OLIVA

El mercado internacional del aceite de oliva tiene unas características fundamentales, que determinan directa o indirectamente su organización económica y jurídica.

EL MERCADO DEL ACEITE DE OLIVA TIENE LIMITACIONES GEOGRÁFICAS

Esta limitación caracteriza tanto a la producción como al consumo o a los intercambios internacionales.
El mercado del aceite de oliva tiene limitaciones geográficas debido a que la producción de aceite de oliva sólo representa un pequeño porcentaje de la producción mundial de aceites vegetales.
No obstante, en cada uno de los países de la cuenca mediterránea, esta producción representa un porcentaje muy elevado de la producción nacional de estos aceites. En efecto, los países de esta cuenca, si bien son ampliamente deficitarios en aceites comestibles, producen una cantidad más o menos importante de aceite de oliva, que, como producto regional, tiene un interés estratégico para el conjunto de esos países.
El mercado del aceite de oliva tiene limitaciones geográficas porque los Estados consumidores son, esencialmente, los propios Estados productores y, en una parte muy secundaria, al menos hasta estos diez últimos años, los Estados en cuyo territorio viven grupos de origen mediterráneo o bien una población no mediterránea preocupada por los aspectos de la salud.
La evolución del consumo mundial es buena prueba de la importancia del consumo interior de los países productores –aproximadamente el 93 % de las disponibilidades– y del crecimiento de la demanda de países no productores conscientes de los ventajas del aceite de oliva para la salud.
El mercado del aceite de oliva tiene limitaciones geográficas porque las transacciones internacionales de aceite de oliva son cuantitativamente escasas y concentradas en la cuenca del Mediterráneo. No obstante, puede comprobarse en la actualidad un aumento de los intercambios extramediterráneos que permiten al aceite de oliva representar el 19 % en valor y el 6 % en cantidad del comercio mundial de los principales aceites vegetales fluidos comestibles. Es decir, que el aceite de oliva se coloca, en valor, en la tercera posición después del de soja y ligeramente por debajo del de girasol y, en cantidad, en el cuarto lugar tras el de soja, de girasol y de colza.
La concentración de la producción, el pequeño número de Estados productores, y el limitado carácter geográfico tanto del consumo como de los intercambios, han sido los factores que han facilitado en gran medida la conclusión de un convenio internacional de regularización del mercado, convenio que para otros productos básicos, y especialmente para otras materias grasas, exigiría la participación de un mayor número de Estados signatarios.

EL ACEITE DE OLIVA ES UN PRODUCTO CARO

El precio medio del aceite de oliva es, en general, muy superior al precio de las diferentes grasas. Este precio elevado, que se justifica por la calidad del producto obtenido, se explica por diferentes razones, como son el coste de producción (escasa productividad de las explotaciones oleícolas, elevados costes de la recolección de las aceitunas y escaso rendimiento de la industria de extracción), la selección de las aceitunas destinadas a la trituración, lo específico del propio fruto, etc.
Esta característica del árbol y de la producción del aceite de oliva correría el riesgo de encarecer todavía más el precio del aceite, si no se hubieran emprendido importantes esfuerzos de modernización, investigación-desarrollo y de formación.
Éste es uno de los objetivos esenciales que persigue el Convenio Internacional del Aceite de Oliva, con lo que se presta una importante contribución a la regularización y modernización del sector.

OTROS ACEITES COMESTIBLES Y OTRAS GRASAS PUEDEN COMPETIR CON EL ACEITE DE OLIVA

A pesar del apego que tienen al producto los consumidores de aceite de oliva, diversos aceites vegetales y grasas pueden competir con el aceite de oliva y sustituirlo en determinadas condiciones de precio y de disponibilidades. Las posibilidades de sustitución de aceites fluidos y de otras materias grasas se traducen por importaciones en los

países productores de aceite de oliva, que varían en función de las fluctuaciones de las disponibilidades de aceite de oliva. El elevado precio del aceite de oliva impulsa, en efecto, a los gobiernos de los países productores-consumidores de este producto a importar materias grasas de sustitución a un precio más barato, cuando su producción de aceite de oliva es insuficiente. Y ello debido a que las importaciones de aceite de oliva son muy costosas o porque las disponibilidades mundiales son insuficientes a causa de una escasa cosecha mundial. Además, en los países productores en desarrollo, una parte del aceite de oliva producido se exporta hacia los países consumidores de alto poder adquisitivo con objeto de mejorar su balanza comercial con la entrada de divisas. Con frecuencia, el aceite de oliva exportado se sustituye con importaciones de aceites vegetales fluidos comestibles más baratos. De ello se deriva que los consumidores de algunos países productores se ven obligados a utilizar productos competidores a precios más ventajosos. A largo plazo, esta política podría implicar un serio riesgo de subconsumo de aceite de oliva en estos países y crear excedentes en el mercado mundial.

En este caso, conviene, además de las acciones tendentes a reducir los costes de producción y a mejorar la productividad, emprender actividades en el sector de la regularización y de la promoción del aceite de oliva: esta última actividad debe emprenderse en y por los propios países productores, así como en los principales mercados mundiales de consumo de alto poder adquisitivo.

Éste es uno de los objetivos esenciales que persigue el Convenio Internacional del Aceite de Oliva, con lo que se presta una importante contribución a la regularización y promoción del mercado.

EL MERCADO INTERNACIONAL DEL ACEITE DE OLIVA Y SUS PROBLEMAS ESPECIALES

El análisis de las transacciones de aceite de oliva efectuadas en el mercado mundial muestra que es especialmente vulnerable a dos tipos de prácticas comerciales anárquicas: la especulación y el fraude.

Con frecuencia, la especulación ha influido en gran medida en la inestabilidad de los precios. Exportadores e importadores, habituados a frecuentes variaciones en el volumen de las transacciones internacionales, intervienen en el mercado para aprovechar al máximo esas fluctuaciones que, de este modo, contribuyen a agravar en importantes proporciones.

La falta de información precisa sobre la evolución y las perspectivas de la producción y del consumo alienta y agrava normalmente esas especulaciones, ya que el mercado mundial del aceite de oliva no cuenta, como otros productos, con una bolsa o un mercado a plazo.

Uno de los objetivos esenciales del Convenio Internacional del Aceite de Oliva es asimismo el de organizar un servicio de información y prever la mayor difusión de sus estudios, contribuyendo de esta forma al conocimiento y a la estabilización del mercado.

Si bien el aceite de oliva se extrae de aceitunas seleccionadas, no hay que perder de vista que a causa de los precios relativamente elevados de los aceites de oliva obtenidos, en comparación con otros aceites vegetales, pueden efectuarse mezclas con aceites de calidades inferiores, a veces incluso con aceites vegetales desnaturalizados de otros orígenes, mezclas fraudulentas que se venden en el mercado bajo el nombre de aceite de oliva.

Estas operaciones contibuyen a provocar una sensible inestabilidad de la producción y una reputación de mala calidad a los aceites de oliva comercializados, sobre todo en países que no son consumidores tradicionales.

Un control del aceite, de su calidad, de sus marcas y denominaciones de origen debe hacer fracasar estas operaciones fraudulentas.

Éste es otro de los objetivos esenciales del Convenio Internacional del Aceite de Oliva, que ha adoptado disposiciones precisas y detalladas en el campo del control de la calidad, de las marcas y denominaciones. Una actividad específica en este sector, instaurada en 1992, es la prevista en la Convención para el control de la calidad de los aceites de oliva comercializados en los mercados de Estados Unidos y de Australia, firmada por las principales asociaciones profesionales de los países productores-exportadores, que han pedido al Consejo Oleícola Internacional que garantice su correcta aplicación.

Por otra parte, algunos Estados mediterráneos, y otros no mediterráneos, pero favorables climática y agrológicamente al cultivo del olivo, han emprendido importantes programas de desarrollo agrícola que otorgan un lugar importante a las plantaciones de olivos.

Es evidente que buena parte de la nueva producción puede absorberse, si se tienen en cuenta los nuevos mercados de importación, así como cierto subabastecimiento actual y la expansión demográfica previsible. No es menos cierto que es conveniente, por no decir necesario, provocar un aumento sensible del consumo que sólo podrá realizarse con un importante, eficaz y constante esfuerzo de promoción y de información a favor de los consumidores reales y potenciales de aceite de oliva.

Como ya se ha señalado, éste es otro de los objetivos fundamentales del Convenio Internacional del Aceite de Oliva.

TÉCNICAS DE REGULACIÓN DEL MERCADO

La flexibilidad y la ausencia de medidas intervencionistas, características del Convenio Internacional del Aceite de Oliva y de las Aceitunas de Mesa, no quiere decir que éste no cuente con medios de regulación del mercado.

REGLAMENTACIÓN DEL COMERCIO INTERNACIONAL DEL ACEITE DE OLIVA

Todos los convenios han tratado de sanear y regular el mercado luchando contra los fraudes comerciales, no sólo con un objetivo de legalidad y moralidad, sino también de estabilidad económica y de defensa de la calidad del producto. Para ello, los sucesivos convenios han tenido por objeto poner en marcha una reglamentación y una normalización del comercio internacional, así como un control internacional encaminados a garantizar su aplicación.

MEDIDAS ECONÓMICAS DE ESTABILIZACIÓN DEL MERCADO

Diversas disposiciones permiten a la administración permanente del Convenio coordinar las políticas oleícolas nacionales, evitar las fluctuaciones y ajustar la oferta y la demanda. Estas disposiciones son muy liberales y respetuosas con las soberanías económicas de los Estados miembros. En materia de política económica conceden al Consejo Oleícola Internacional y a sus órganos unas amplias funciones, a menudo originales, de información y de coordinación de las políticas oleícolas nacionales.

MEDIDAS DE NORMALIZACIÓN A LARGO PLAZO DEL MERCADO

Uno de los objetivos del Convenio es facilitar el estudio y la aplicación de medidas tendentes a la expansión de los intercambios internacionales y del consumo de los productos oleícolas.

Las medidas generales propugnadas por el Consejo Oleícola Internacional tienen gran interés porque toman en consideración los principios generales ya adquiridos en materia de crecimiento económico y de desarrollo social.

La doctrina de crecimiento económico continuo y el aumento de los niveles de vida de las poblaciones exigen la adopción de una política de ajuste a largo plazo de la oferta y la demanda, sin que se pueda prever, dado lo específico del mercado, la aplicación de medidas correctoras de restricción de la producción.

La modernización de los factores de producción es un aspecto de la gestión que entra dentro de los objetivos esenciales del Convenio, ya que tiene como finalidad provocar una reducción progresiva de los precios de coste y mejorar la calidad de las producciones de este cultivo.

Es evidente que la realización de un importante programa de desarrollo de la oleicultura y de mejora ténica tendente a rebajar los precios de coste sólo puede llevarse a cabo con una ayuda financiera adecuada. Ahora bien, el Consejo Oleícola cuenta con medios muy escasos que, aun cuando fueron duplicados en el Protocolo de 1993, no le permiten prestar toda la ayuda que precisan sus miembros, especialmente los que se hallan en vías de desarrollo.

Como se prevé en el Convenio, el Consejo Oleícola Internacional confía en la cooperación con otras organizaciones, así como con el Fondo Común para los Productos Básicos, gracias a las facilidades ofrecidas en este sector por su segunda cuenta. Merced a la colaboración de este Fondo Común, los miembros han puesto a punto e iniciado recientemente un proyecto de mejora genética del olivo.

MEDIDAS DE PROMOCIÓN OLEÍCOLA

Teniendo en cuenta los programas de modernización de la oleicultura en las regiones mediterráneas, toda política de regulación del mercado debe prever y favorecer un incremento importante del consumo de los productos oleícolas.

La promoción es uno de los medios que permite la realización de los objetivos del Convenio, ya que facilita el desarrollo del consumo de los aceites de oliva y de las aceitunas de mesa y pone de relieve el valor biológico de estos productos.

La acción de promoción desarrollada por el Consejo Oleícola Internacional gracias a su Fondo de promoción y al apoyo financiero voluntario de sus miembros, especialmente de la CE, se basa en tres vectores:

- Por una parte, las investigaciones sobre el valor biológico del aceite de oliva, cuya finalidad es poner de relieve de forma científica las cualidades intrínsecas del producto, con el fin, entre otros objetivos, de informar de ellas al consumidor y de resaltarlas como soporte de promoción.
- Por otra parte, las acciones de relaciones públicas y de promoción genérica que permiten informar y educar al consumidor, así como de dar un apoyo internacional a un proyecto, apoyándose o catalizando los esfuerzos nacionales, privados o públicos.
- Por último, el label de garantía internacional del Consejo Oleícola Internacional, que, concebido inicialmente como un soporte adicional, constituye en cualquier caso una garantía, tanto para el importador como para el consumidor.

CONCLUSIONES

Los diferentes Convenios que se han sucedido desde 1956 hasta la fecha representan una importante contribución para la organización del mercado internacional del aceite de oliva y de las aceitunas de mesa, sobre todo por el doble concepto de la Administración permanente creada y de las normas tendentes a la regularización de las transacciones, a la coordinación de las políticas nacionales y al ajuste a largo plazo de la oferta y la demanda.

Las peculiaridades del sector reclaman medidas que a menudo sobrepasan el marco regional de los miembros del Consejo Oleícola Internacional y requieren una acción coordinada en el ámbito internacional que únicamente puede permitir esperar producir y comercializar un producto de calidad.

La labor de estabilización, expansión y mejora del mercado es un objetivo muy importante que hay que perseguir.

En el intercambio dialéctico constructivo entre los miembros del Consejo Oleícola Internacional sobre los diversos problemas con que se enfrenta el sector, así como en la identificación y puesta a punto de estrategias comunes, es donde deben buscarse los elementos que deben consolidar y desarrollar los objetivos del Convenio Internacional del Aceite de Oliva y de las Aceitunas de Mesa, en materia de:

- Cooperación internacional y concertación.
- Modernización de la oleicultura, la elayotecnia y la industria de las aceitunas de mesa.
- Expansión de los intercambios internacionales de los productos del olivo.
- Normalización del comercio internacional de los productos oleícolas.

Una vez alcanzados sus objetivos podrá decirse que el Convenio ha cumplido su función. Aparte del mercado oleícola, habrá sido el verdadero instrumento destinado a jugar un papel importante en el mercado de las grasas y por consiguiente en el de la organización flexible de los mercados internacionales de productos básicos.

POLÍTICA EN MATERIA DE ECONOMÍA OLEÍCOLA

Como se ha indicado, el Convenio responde a la necesidad de proteger e impulsar el sector oleícola debido a la importancia socioeconómica que este sector tiene en el mundo. Efectivamente, en las regiones de tradición olivarera, localizadas fundamentalmente en la cuenca mediterránea, el cultivo del olivo está integrado en la estructura social y económica y se presenta como una alternativa económica difícil de sustituir tanto a nivel de la producción y de la comercialización, como del consumo:

- En el campo de la producción, hay que tener en cuenta que el olivo se cultiva en zonas áridas, desfavorecidas y de escasa industrialización, que en muchas ocasiones no admiten otro tipo de plantaciones. La dificultad de encontrar cultivos alternativos convierte a esta especie en un buen medio para evitar el abandono de las tierras y la consiguiente desertización de las zonas en que está implantado, así como para paliar el éxodo rural.
- En el sector de la comercialización, no hay que olvidar que este cultivo proporciona ingresos a más de dos millones de familias. Las economías familiares no son las únicas que se benefician; la exportación de productos oleícolas es una fuente importante de entrada de divisas para varios países, y especialmente para los países en vías de desarrollo.
- A nivel del consumo, los productos oleícolas son un componente básico en la dieta de una parte importante de los habitantes de las zonas en que tradicionalmente se cultivan.

No obstante, este cultivo se enfrenta a graves problemas y, en primer lugar, con cosechas que sufren notables fluctuaciones. A esto se une la escasa utilización de los progresos técnicos durante la producción y transformación de los productos oleícolas, lo que lleva aparejado un rendimiento menor del considerado como óptimo.

Estos problemas ocasionan, en el campo de la comercia lización, la irregularidad en el abastecimiento de los mercados, la variación de los precios y de los ingresos de exportación, así como cambios en la renta de los oleicultores. A estos problemas se añade la competencia de otros aceites vegetales fluidos, generalmente menos caros, con los que el aceite de oliva tiene que luchar en los diferentes mercados.

El Convenio tiene, además, que superar el importante desafío de fomentar y secundar los esfuerzos de modernización y rentabilidad de la oleicultura y la elayotecnia, con el fin de conseguir un equilibrio entre producción y consumo que permita el abastecimiento regular de los mercados. Entre estos objetivos se encuentra la consecución de una relación calidad-precio que permita a los productos del sector oleícola ser competitivos en el mercado. Por consiguiente, es necesario reducir los costes de producción y mejorar la calidad de los productos obtenidos, con el fin de garantizar a los oleicultores un renta equitativa que les asegure un nivel de vida aceptable y unos medios de inversión sustanciales.

Los problemas del sector oleícola no aparecen aislados, sino que se suelen plantear en la práctica totalidad de los países oleícolas. Por ello, no hay que buscar soluciones parciales a nivel nacional, sino que es necesario fomentar el desarrollo coordinado en este ámbito y la cooperación más allá de las fronteras nacionales. Es conveniente que esta labor sea lo más amplia posible e incluya tanto la coordinación y cooperación con los gobiernos de los Estados miembros como con los propios operadores del sector.

La labor de coordinación de la política oleícola resulta especialmente necesaria en materia de comercio exterior. Efectivamente, aparte de los desequilibrios internos entre la producción y el consumo, se observan desequilibrios a nivel mundial entre la oferta y la demanda internacionales resultantes de la irregularidad de las cosechas o por otras causas. Por tanto, es de suma importancia coordinar a nivel internacional el acceso a los mercados, la seguridad en los abastecimientos, la lucha contra la competencia desleal y, en definitiva, lograr una expansión de los intercambios nacionales e internacionales que incremente los ingresos de los países productores, especialmente de los que están en vías de desarrollo y que estimule su crecimiento económico y su desarrollo social.

Para que estos objetivos no sean una mera declaración de intenciones, el Convenio ha diseñado un órgano, el Consejo Oleícola Internacional, encargado de promover toda acción tendente a un desarrollo armonioso de la economía mundial utilizando todos los medios y estímulos de que disponga en los campos de la producción, el consumo y los intercambios internacionales, habida cuenta de sus interrelaciones.

El Consejo, mediante sus Comités y su Secretaría Ejecutiva, proporciona la estructura formal para realizar las funciones de estudio y reflexión, de información y de concepción y puesta en marcha de proyectos. De este modo, se manifiesta como instrumento eficaz capaz de imprimir dinamismo al sector.

En el ámbito de la economía oleícola y de la normalización, las funciones del Consejo vienen recogidas en la parte tercera del Convenio.

En materia económica, el Consejo debe:

- Efectuar una recopilación continua de los datos referentes a la producción, al consumo y a los intercambios internacionales de aceites de oliva, de aceites de orujo de oliva y de aceitunas de mesa y, más en general, de aceites vegetales fluidos comestibles y en especial aquellos que necesite para establecer los balances y conocer la política oleícola nacional de los países miembros.
- Realizar dos veces al año, con motivo de las reuniones de otoño y de primavera, un examen detallado de los balances de los productos oleícolas, una estimación global de las disponibilidades y de las necesidades y un análisis de la situación del mercado oleícola.
- Proponer a los miembros las recomendaciones tendentes a favorecer los intecambios internacionales de los productos oleícolas y las medidas que estime adecuadas para paliar las dificultades que podrían perturbar el comercio internacional, con objeto de asegurar el equilibrio deseado entre producción y consumo.

Para contribuir al refuerzo y a la difusión de sus actividades en este campo, el Consejo publica:

- Anualmente, una recopilación de las políticas aplicadas por los diferentes países en el sector oleícola.
- Regularmente, artículos de carácter económico, datos, estadísticas y gráficos sobre la situación del mercado internacional de los aceites vegetales fluidos comestibles en general y del sector oleícola en particular, en su revista oficial *Olivae* y en su Hoja de Información quincenal.

En cuanto a la normalización, es esencial el papel que el Convenio fija al Consejo. En efecto, los esfuerzos realizados en la materia permiten, por un lado, contribuir a armonizar las legislaciones nacionales y a reducir los inconvenientes con que se enfrentan los intercambios comerciales tanto a nivel nacional como internacional y, por otra parte, garantizar un control más estricto de la calidad y de la autenticidad del producto.

La función de normalización del sector oleícola interviene en todos los niveles de la producción y hasta el consumidor final, especialmente mediante:

- La adopción de denominaciones y definiciones de los aceites de oliva, de los aceites de orujo de oliva y de las aceitunas de mesa, teniendo en cuenta sus características físicas, químicas y organolépticas, y el establecimiento de normas en materia de indicaciones de procedencia y denominaciones de origen, frente a las que los miembros del Consejo se comprometen a adoptar las medidas que garanticen su aplicación y a prohibir y reprimir su empleo incorrecto en el comercio internacional.
- La puesta a punto, en estrecha colaboración con el Programa Conjunto FAO/OMS del Codex Alimentarius, de normas alimentarias para los aceites de oliva y los aceites de orujo de oliva, así como para las aceitunas de mesa.
- La puesta a punto de normas comerciales y la adopción de un contrato tipo internacional para facilitar las relaciones entre compradores y vendedores, combatir los fraudes y la competencia desleal, y, en definitiva, asegurar el control de la calidad, del envasado y del etiquetado de los poductos oleícolas.
- La institución del Órgano de Conciliación y Arbitraje para los litigios en materia de transacciones sobre aceites de oliva, aceites de orujo de oliva y aceitunas de mesa. En virtud del Reglamento de este órgano, toda diferencia puede intentar arreglarse de forma amistosa. Si no se consigue, las partes pueden decidir recurrir al arbitraje del Consejo. Al someter sus diferencias al arbitraje del Consejo, las partes se comprometen a ejecutar sin demora la sentencia que se produzca y renuncian a todos los recursos a que tengan derecho. Toda sentencia dictada es definitiva y debe ser aprobada por el órgano de arbitraje.
- El reconocimiento internacional de laboratorios nacionales.

La adopción de normas alimentarias y comerciales armonizadas y actualizadas con regularidad a la luz de los progresos científicos y técnicos permite prevenir y luchar contra los fraudes y la competencia desleal que pudieran dañar la imagen del producto y perturbar el precario equilibrio del mercado internacional, garantizando al mismo tiempo al consumidor la entrega de productos de calidad.

En materia de regulación del mercado internacional, el Consejo asegura el conocimiento de los mercados mundiales de los productos oleícolas y ofrece a sus miembros, y a los observadores, un foro de reflexión y discusión necesario para defender los intereses del sector y, en general, para el cumplimiento de los objetivos generales fijados por el Convenio. En este sentido, en sus reuniones, que se celebran por lo menos dos veces al año, las decisiones se toman generalmente por consenso.

Para cumplir lo mejor posible su papel de foro de discusión, de reflexión y de conciliación de los diferentes intereses en presencia, el Consejo ha creado, además, un Comité Consultivo del Aceite de Oliva y de las Aceitunas de Mesa, lo que le permite conocer la opinión de las diferentes categorías profesionales y de consumidores y establecer con ellas una colaboración estrecha y continua. La misión de este Comité es la de asistir a la Secretaría Ejecutiva en la preparación de los diferentes temas oleícolas que ha de tratar el Consejo. Además, ofrece el marco ideal para que todos los que intervienen en el sector puedan reunirse regularmente, intercambiar sus puntos de vista y estrechar sus lazos de colaboración.

En su calidad de órgano de estudio, el Consejo emprende o hace emprender, prepara y publica informes, estudios y otros documentos que se estiman útiles y necesarios para conocer de cerca los problemas y las necesidades del sector y poder formular a los miembros las recomendaciones pertinentes.

Los estudios y trabajos en materia económica y/o comercial deben centrarse esencialmente en la búsqueda de vías y medios para garantizar el equilibrio entre la producción y el consumo, así como la normalización a largo plazo del mercado oleícola y aportar las soluciones oportunas a los problemas que puedan plantearse con respecto a la evolución del mercado internacional de los productos oleícolas. Todos estos estudios y trabajos deben referirse al mayor número posible de países o grupos de países y tener en cuenta sus condiciones generales, sociales y económicas.

La acción del Consejo no podría concebirse sin una activa cooperación internacional. Y así, con independencia de la estrecha colaboración que ha establecido, a todos los niveles, con sus miembros y los Estados no miembros interesados en el comercio internacional del aceite de oliva, del aceite de orujo de oliva y de las aceitunas de mesa, y de los lazos de derecho o de hecho existentes con la Organización de las Naciones Unidas, la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo y la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, el Consejo adopta las disposiciones adecuadas para efectuar consultas o colaborar con las otras instituciones especializadas de la Organización de las Naciones Unidas y organizaciones intergubernamentales, gubernamentales y no gubernamentales que se consideren apropiadas.

POLÍTICA EN MATERIA DE COOPERACIÓN TÉCNICA

Desde sus comienzos, el Convenio ha supuesto una ayuda para sus Miembros, en particular para aquellos en vías de desarrollo, y con el fin de solucionar los problemas del sector, y de contribuir de manera significativa a la consecución de los objetivos establecidos en el marco de la política de modernización de la olivicultura, de la elayotecnia y de la industria de las aceitunas de mesa, ha procurado favorecer las actividades de investigación y desarrollo para poner a punto técnicas capaces de:

- Modernizar el cultivo del olivo y la industria de los productos oleícolas, a través de la instrumentación de los programas científico-técnicos correspondientes.
- Mejorar la calidad de las producciones de este cultivo.
- Reducir el precio de costo de los productos obtenidos, especialmente del aceite de oliva, para mejorar la posición de este aceite en el mercado internacional de las grasas vegetales.
- Mejorar la situación de la industria oleícola en cuanto a su influencia sobre el medio ambiente, de acuerdo con las recomendaciones de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente, a fin de poner remedio a los posibles efectos nocivos.
- Favorecer la transferencia de tecnología y las acciones de formación en el ámbito oleícola.

A este respecto, el COI representa, especialmente desde la entrada en vigor del Convenio de 1986, la estructura idónea para el desarrollo de una cooperación técnica multilateral eficaz entre todos los países miembros, que permita resolver conjuntamente los problemas primordiales de los mismos.

El principal problema es la productividad, que lejos de ser satisfactoria es, en general, muy baja en el sector del aceite de oliva. Para un producto caro, tener una productividad poco satisfactoria es, en realidad, sumar una dificultad a otra dificultad, es poner el producto en condiciones de no ser consumido, máxime si se tiene en cuenta que el aceite de oliva es producido por países cuyo poder adquisitivo impide a veces su adquisición por parte del consumidor potencial.

La mejora de la productividad condiciona y determina el futuro de la olivicultura mediterránea, siendo más acusada esta situación en los países del norte de África y de Oriente Medio. La inexistente o inadecuada fertilización, la ausencia o las prácticas ineficaces de tratamientos fitosanitarios, las podas incorrectas o abusivas, la utilización de variedades de olivo que no poseen la capacidad productiva requerida y el fenómeno de la vecería representan las principales causas que frenan la mejora de la productividad.

La característica esencial de la producción oleícola reside en la irregularidad y el caracter cíclico de las cosechas y del abastecimiento del mercado, que dan origen a fluctuaciones en el valor de la producción, a inestabilidad de los precios y de los ingresos de las exportaciones, así como a considerables diferencias en las rentas de los productores. Para paliar estos inconvenientes que, conjuntamente con los provocados por la fuerte competencia de otras grasas vegetales, son causa de los desequilibrios del mercado del aceite de oliva, los países productores han puesto en práctica políticas proteccionistas del aceite de oliva, ante la presencia expansiva de grandes producciones de aceites de semilla a bajo precio, que intentan fijar un nivel de precio para el aceite de oliva moderadamente superior al de los aceites de semilla.

Sin embargo, la tendencia actual hacia la progresiva liberalización del comercio nacional e internacional, la abolición gradual de las medidas proteccionistas, la disminución de las barreras arancelarias, la necesidad de asegurar por parte de los gobiernos la cobertura nacional de la demanda del consumo de alimentos de base, como las materias grasas, a precios reducidos, añaden nuevas dificultades a los problemas del producto base de la oleicultura mediterránea, que se presentan más acusados en los países en desarrollo necesitados de una renovación moderna de sus estructuras productivas, industriales y comerciales.

Las consecuencias derivadas de los altos costes de producción aunque no son nuevas, han adquirido en los últi-

mos años una relevante importancia. Los factores de producción, sobre todo la mano de obra empleada en las faenas de recolección y poda, cuyo coste se ha visto aumentado año tras año hasta alcanzar hoy el 60 y hasta el 70 % según regiones, del coste total de los gastos de producción, condicionan en gran medida la economía de la explotación del olivar.

Pensar en disminuir los costes de producción esperando una reducción del precio de los fertilizantes, productos fitosanitarios o mano de obra, es una utopía. La única vía posible es la de incrementar la productividad, mejorando el rendimiento por hectárea o por árbol.

En cuanto a la calidad del producto base, el problema es fundamentalmente de formación tecnológica y su solución depende en gran medida del grado de intervención o programas de transferencias de conocimientos que se realicen en este sentido en los países en desarrollo del sur y del este mediterráneo, en los que el porcentaje de la producción de aceite virgen de calidad es muy reducido.

La estructura industrial oleícola de estos países apenas se ha modernizado y, a pesar de que existen condiciones naturales a veces excepcionales para obtener aceite de calidad, una elevada proporción de los aceites producidos son defectuosos, siendo inadecuados para el consumo si, previamente, no son rectificados. La insuficiente preparación tecnológica de los operarios y responsables directos de las almazaras repercute de una forma notoria en la baja calidad del aceite producido.

Por tanto, la reestructuración y modernización de las industrias de extracción de aceite de oliva supone al mismo tiempo la actualización de los conocimientos tecnológicos del personal encargado de su funcionamiento. Pasar de un molino tradicional de aceite a una unidad de proceso continuo requiere previamente la puesta al día de los conocimientos de los maestros almazareros tradicionales.

Disminución de los costes de producción y mejora de la calidad del producto son por lo tanto hoy dos requisitos esenciales para viabilizar el sector a nivel de producción. Para ello, las actuaciones deben integrarse en una política nacional que habrá de tener en cuenta no sólo el aspecto económico sino también otros aspectos específicos de la oleicultura. En particular, las consecuencias sociales de zonas enteras de producción, cuya solución requiere medidas que rebasan la mera concepción de una política de mercado. Los fenómenos de éxodo rural, erosión, desertización no son palabras vanas, sino situaciones concretas que reflejan una realidad que existe en bastantes áreas de la cuenca mediterránea donde la oleicultura es la fuente principal de su economía.

Este imperativo hace que no sea posible reducir la producción de aceite de oliva si queremos equilibrar el balance oleícola mundial; por tanto, es preciso aumentar la demanda, también para tener en cuenta las zonas marginales del olivar mediterráneo que necesitan una verdadera política social.

¿Cuál es la experiencia que vive el Consejo Oleícola Internacional y cuáles son los remedios que intenta poner para resolver los problemas del sector?

Se ha de destacar que cuando se negoció en Ginebra, en 1986, el Convenio Internacional del Aceite de Oliva y de las Aceitunas de Mesa, los problemas de equilibrio entre la oferta y la demanda estaban ya en la mente de la mayoría de los países oleícolas, y en particular de la Comunidad Europea. La cuestión que se planteaba era saber de qué medidas se dotaría al nuevo Convenio para contribuir a la solución de los problemas inmediatos y futuros del sector del aceite de oliva.

Con este propósito, y para alcanzar los objetivos generales del Convenio relativos a la modernización de la oleicultura y de la elayotecnia, se refuerzan las actividades de cooperación técnica en dicho Convenio, orientadas principalmente:

- A la formación y perfeccionamiento de técnicos y cuadros de mando con responsabilidades en el sector (en el período 1987-1993 se han formado y/o perfeccionado directamente un total de 870 técnicos en materias relacionadas con: Nuevas técnicas de cultivo, Técnicas de mejora de la calidad del aceite de oliva, Formación de jefes de panel de cata de aceite de oliva virgen y Tecnología de elaboración de aceitunas de mesa).
- A la transferencia de tecnologías de los Miembros más avanzados en las técnicas oleícolas a los Miembros en desarrollo.
- Al desarrollo de proyectos de investigación sobre temas de interés general para los miembros.
- A la asistencia técnica a los países para la elaboración y puesta a punto de sus propios programas nacionales de investigación y mejora, en función de sus necesidades locales o prioritarias.
- Al apoyo logístico a los países en desarrollo para facilitarles la creación: de estaciones piloto de elayotecnia, de parcelas de demostración de olivicultura y de laboratorios, a fin de que sirvan de polos de extención y desarrollo.
- Al establecimiento de lazos efectivos de cooperación entre institutos y estaciones de investigación y experimentación que se ocupan de la olivicultura y de la elayotecnia, con objeto de favorecer la transferencia de tecnología, facilitar el intercambio de informaciones y experiencias, y acelerar la obtención de resultados mediante una asignación adecuada de tareas.
- A la edición y difusión de documentación técnica.

Gracias a los resultados de las acciones realizadas en el periodo 1987-1993 y visto el interés manifestado por los miembros por intensificar las actividades técnicas y tecnológicas de mejora oleícola, durante la duración del Convenio actual reconducido, se acordó elevar, a partir del año 1994, la dotación presupuestaria del Consejo Oleícola Internacional destinada a la Cooperación Técnica Oleícola.

Con el propósito de resolver los problemas prioritarios del sector de los países miembros del COI, y muy especialmente de los más necesitados de ayuda, el Consejo Oleíco-

la Internacional ha aprobado un Programa de Cooperación Técnica para el periodo 1994-2000, en el que se fijan las actividades que van a permitir el logro de los objetivos del Convenio en el marco de la política de modernización de la olivicultura, de la elayotecnia y de la industria de las aceitunas de mesa (cuadro 1).

CUADRO 1
PROGRAMA GENERAL DE COOPERACIÓN TÉCNICA 1994-2000

	Operaciones:	Objetivo de mejora
Programa 1	Investigación y desarrollo	
	– Proyecto de mejora genética del olivo.	Productividad + calidad
	– Trabajos de investigación en materia de química oleícola y de análisis sensorial.	Calidad
	– Elaboración de un Catálogo Mundial de Variedades del Olivo.	Varios
	– Proyecto de Recursos genéticos en Olivicultura.	Productividad + calidad
	– Protección fitosanitaria.	Productividad + calidad
Programa 2	Formación de cuadros	
	– Organización de cursos intensivos (locales e internacionales) de especialización y actualización de conocimientos.	Productividad + calidad
	– Seminarios y reuniones de estudios.	
	– Becas de especialización.	
Programa 3	Apoyo y asistencia técnica	
	– Creación de Estaciones piloto de demostración para la mejora de la calidad del aceite de oliva y de parcelas de demostración de olivicultura.	Calidad + productividad
	– Apoyo logístico a laboratorios, institutos, etc.	Calidad + productividad
	– Envío de expertos y consultores.	Varios
Programa 4	Edición y difusión de documentación técnica	Formación + varios

Programa 1. Investigación y desarrollo

Este programa pretende reforzar las actividades de investigación en los países oleícolas en desarrollo cuyos resultados tengan como finalidad ser aplicados tanto al cultivo del olivo como a su producto base. Entre las investigaciones propuestas, figura en primer lugar el proyecto de mejora genética del olivo con el fin de obtener variedades adecuadas para cada área de cultivo que reúnan las condiciones agronómicas apropiadas para una productividad óptima. Los primeros resultados obtenidos al final de los tres años de vigencia de dicho proyecto de mejora genética sentarán las bases fundamentales necesarias para continuar posteriormente, a nivel de cada país, el plan de trabajo inicialmente establecido por el proyecto.

El objetivo de este proyecto de investigación es la mejora de la productividad del patrimonio oleícola de los países del sur y del este del Mediterráneo Miembros del COI, mediante la obtención de nuevas variedades que respondan a las necesidades de una oleicultura moderna más competitiva.

En lo que se refiere a los trabajos de investigación en el campo de la química oleícola, el programa proseguirá la puesta a punto de métodos fiables, aceptados internacionalmente, adaptados a los avances tecnológicos en materia de análisis. Estos métodos modernos permitirán un buen control de la calidad del aceite de oliva y la detección de mezclas fraudulentas, con el objetivo primordial de preservar la calidad del producto y la integridad comercial. Asimismo, y en el marco de las actividades tendentes a la protección de la calidad, el programa propuesto prevé la prosecución de los trabajos con el fin de asegurar la repetibilidad y la reproductibilidad del método de valoración organoléptica del aceite de oliva virgen puesto a punto y adoptado por el COI. Por otra parte, de acuerdo con lo establecido en las últimas sesiones del Consejo Oleícola Internacional, la puesta a punto de métodos adaptados al análisis sensorial de los aceites de oliva y de los aceites de orujo de aceituna destinados al consumo seguirá a la adopción del método revisado para la valoración organoléptica del aceite de oliva virgen.

Estos métodos fisicoquímicos figuran en la Norma Comercial adoptada y revisada periódicamente por el COI para los aceites de oliva y los aceites de orujo de oliva; los químicos y los jefes de panel reunidos, procedentes de los institutos y laboratorios de los miembros que colaboran con el COI, y que están encargados de proponer al COI los límites aceptables de los aceites de oliva y de los aceites de orujo para cada uno de los criterios incluidos en la Norma Comercial, proseguirán activamente sus trabajos en el marco del programa propuesto.

Estos métodos, y los límites admitidos por el Consejo para los distintos criterios de pureza y de calidad de los aceites de oliva y de los aceites de orujo de oliva, se incluyen pos-

teriormente en la Norma del Codex Alimentarius para los aceites de oliva y los aceites de orujo de oliva.
En materia de tecnología de las aceitunas de mesa se pondrán a punto y se difundirán nuevos métodos para una mejor adecuación de los procesos de fermentación en el aderezo de las aceitunas y un mejor control de la calidad final del producto; estos métodos de control se incluirán posteriormente, tanto en la Norma Comercial del COI para las aceitunas de mesa, como en la Norma del Codex Alimentarius para este producto.
Asimismo, será necesario completar los trabajos relacionados con la elaboración de un Catálogo Mundial de Variedades del Olivo, con el fin de que éste pueda convertirse en un instrumento verdaderamente útil para todos los que trabajan en el sector oleícola, proporcionándoles un panorama completo de las variedades de la especie y la información sobre sus posibilidades de utilización.
La calidad del aceite de oliva sigue siendo hoy en día el problema prioritario del sector. Actualmente, se siguen produciendo aceites cuyas características sensoriales los hacen inadecuados para el consumo, si no son sometidos previamente a un proceso de rectificación. Para paliar esta situación, el COI tiene previsto un Proyecto de instalación de unidades piloto de demostración para la mejora de la calidad del aceite de oliva en los países Miembros del COI del sur y del este del Mediterráneo, mediante la difusión de los progresos tecnológicos realizados en el sector de extracción de aceite de oliva.
Por otra parte, con el fin de conocer y conservar los recursos genéticos mundiales del olivo el COI va a emprender un Proyecto para la Conservación, la Caracterización, la Recolección y la Utilización de los Recursos Genéticos del Olivo. La decisión para la realización de este proyecto fue impulsada por el hecho de que el COI considera que los recursos genéticos del olivo son una herencia irremplazable, y su conservación contribuye a la protección de la biodiversidad de conformidad con la Convención de Río de Diversidad Biológica.
El objetivo de este proyecto es conocer y conservar los recursos genéticos del olivo en el ámbito de la Unión Europea (Portugal, España, Francia, Italia y Grecia) y en el de otros importantes países olivareros: Marruecos, Argelia, Túnez, Siria, Turquía y otros países de la cuenca del Mediterráneo, en la que se cultiva alrededor del 95 % del olivar del mundo.
El conocimiento del patrimonio genético del olivo, seleccionado por los agricultores durante siglos de cultivo, se conseguirá mediante:
- La caracterización y evaluación de las variedades autóctonas de los países participantes.
- El establecimiento de un banco de datos de la especie.
- La identificación e introducción en colección de los cultivares autóctonos aún no conocidos.

La conservación de las variedades, distintas entre sí en el conjunto de los países considerados, se hará mediante la selección de otros tantos bancos de germoplasma, dos de los cuales contendrán la mayor parte del conjunto del patrimonio genético de la especie para asegurar mejor la supervivencia y el estudio de tan valioso material.
Este proyecto permitirá salvaguardar, caracterizar y evaluar la gran variabilidad genética del olivo. Estos resultados del proyecto constituirán el punto de partida para las siguientes actividades:
- Realizar un cultivo sostenible en las actuales zonas olivareras, en su mayor parte situadas en tierras marginales en las que ningún otro cultivo puede mantener a la población en el medio rural.
- Extender tal cultivo sostenible incluso a zonas no utilizadas actualmente, con el consiguiente beneficio, en su caso, en cuanto a defensa del suelo contra la erosión y la desertización, al tiempo que se diversifica la producción de tales zonas.
- Planificar y ejecutar programas de mejora genética de la especie, actividad que apenas está comenzando.
- Mejorar el nivel de abastecimiento del mercado mundial de aceite de oliva, producto de gran valor nutritivo y para la salud humana, cuya demanda va aumentando a mayor ritmo que su producción desde hace muchos años; mejorar la calidad del aceite, base importante de una buena comercialización, tanto para los consumidores tradicionales como para los nuevos consumidores.

Por último, la valorización de los subproductos del olivo es también un tema que merece ser objeto de atención, ya que éstos constituyen una fuente de beneficios complementarios que pueden contribuir a mejorar la rentabilidad de las explotaciones oleícolas. Por tanto, se proseguirá con los estudios e investigaciones sobre las propiedades fisicoquímicas y biológicas de los subproductos del olivo.

Programa 2. Formación de cuadros

El presente programa incluye en sus actividades la continuación de la difusión de las técnicas modernas de oleicultura y de elayotecnia, a través de la formación de especialistas encargados de transmitir a su vez dichas informaciones a los oleicultores y oleifactores con el fin de proceder a su aplicación.
Este capítulo del Programa de Cooperación Técnica tiene como finalidad la formación y perfeccionamiento en los ámbitos local e internacional:
- Cursos y seminarios para personal técnico local, así como para olivicultores y almazareros con experiencia con el fin de mejorar y/o actualizar sus conocimientos teórico-prácticos, en sus respectivos países, en materias relacionadas con oleicultura, elayotecnia e industrias de aceitunas de mesa, a petición de los países miembros.
- Organización de cursos, seminarios o simposios de carácter internacional, con el fin de que los técnicos del sector puedan conseguir una formación complementaria en las materias objeto de la cooperación técnica oleícola.
- Dada la diversificación del sector oleícola, tanto a nivel de producción como de industrialización, que requiere la

adquisición de competencias técnicas muy variadas y de alta cualificación, se propone activar asimismo la especialización a nivel de posgraduado en ingeniería o en química mediante la concesión de becas. Estas becas podrían ser utilizadas para seguir cursos de master, de doctorado, o para completar la formación de los ingenieros de los países Miembros del COI, en los institutos o centros especializados en oleicultura, elayotecnia e industrias de aceitunas de mesa de España (Instituto de la Grasa y sus Derivados de Sevilla, CIDA de Córdoba), Francia (Ecole Supérieure Agronomique de Montpellier), Italia (Istituto di Ricerca sulla Olivicoltura de Perugia, Istituto Sperimentale per la Elaiotecnica de Pescara), etc.

– El Consejo adopta asimismo, por una parte, las medidas necesarias para organizar viajes de estudio y visitas técnicas para la formación y perfeccionamiento de los conocimientos de los técnicos y profesionales del sector oleícola y, por otra parte, propicia la creación de asociaciones y colaboraciones entre centros de estudio e investigación, laboratorios y otras instituciones técnicas y profesionales, con el fin de conseguir un intercambio mutuo y provechoso de información, de experiencias y de resultados.

Durante el período 1994-2000, el programa de formación habrá contribuido a mejorar y perfeccionar los conocimientos de los cuadros y personal técnico en los siguientes temas:
– Técnicas de cultivo (poda, riego, etc.).
– Protección fitosanitaria.
– Recolección mecanizada de las aceitunas.
– Mejora de la calidad del aceite.
– Formación de jefes de panel de cata.
– Control de calidad. Análisis químicos. Entrenamiento en la aplicación de métodos nuevos.
– Tecnología de aceitunas de mesa.

Mediante la organización de seminarios y de cursos intensivos, el programa aspira, en seis años, a formar o perfeccionar directamente a un total aproximado de 1.000 profesionales, en lo que se refiere a cursos internacionales. A esto habría que añadir los beneficiarios de los cursos a nivel de cada país miembro.

Programa 3. Apoyo y asistencia técnica

En el marco de este programa se pretende aportar asistencia técnica y tecnológica a los países miembros para la elaboración y puesta a punto de sus propios programas nacionales de investigación y mejora, en función de sus necesidades locales o prioritarias. En relación con este aspecto hay que señalar que aunque el programa comprende todo un conjunto de actividades de interés común, existen problemas agronómicos o tecnológicos locales que requieren tratamientos diferentes y, particularmente, en los siguientes temas:
– Lucha contra los parásitos y las enfermedades del olivo.
– Fertilización.
– Poda.
– Riego: utilización racional del agua en olivicultura.
– Elayotecnia.
– Tecnología de aceitunas de mesa.

Por otra parte, se ha previsto un apoyo logístico a los países en desarrollo para facilitar la creación de estaciones piloto, parcelas de demostración de olivicultura, laboratorios, etc., a fin de que sirvan de polos de extensión y desarrollo.

Esta nueva línea de acción, dirigida principalmente al olivar tradicional de la cuenca mediterránea, tendrá una incidencia directa sobre la mejora de la productividad y de la calidad del aceite de oliva y, en general, sobre todos los factores y medios de producción y de comercialización de la región.

Programa 4. Edición y difusión de documentación técnica

En el marco de este programa el objetivo es reforzar la cooperación internacional entre los institutos y las estaciones de investigación y experimentación que se ocupan del olivo, con objeto de favorecer la transferencia de tecnología, acelerar la obtención de resultados en materia de investigación y facilitar el intercambio de información y de experiencia, así como la difusión de conocimientos.

Por tanto, el Programa de Cooperación Técnica estimulará, durante su vigencia, esta dinámica en lo referente a la colaboración interinstitucional con el fin de garantizar su continuidad en el futuro.

Con la inclusión de la edición y difusión de documentación técnica en el Programa de Cooperación Técnica 1994-2000 se pretende la consecución de un triple objetivo:
– Creación de un Centro de Documentación Técnica, con el fin de poder responder eficazmente a las necesidades de información sentidas por las diferentes organizaciones públicas y privadas de los países oleícolas Miembros del COI.
– Difusión anual de los resultados de los diferentes trabajos de investigación (tesis y memorias o proyectos de fin de carrera referentes a la oleicultura, a la elayotecnia y a la industria de las aceitunas de mesa).
– Publicación de manuales prácticos sobre las materias objeto de la cooperación técnica oleícola, fichas técnicas y otros documentos técnicos de interés (elaborados en cursos, seminarios, simposios, reuniones, etc.).

Gracias a los mecanismos puestos en marcha, es ahora posible actuar apoyándose en la cooperación instaurada entre los países oleícolas. En otros términos, se han abierto perspectivas para la puesta en marcha de vastos programas que deberían culminar en un aumento de la productividad de las plantaciones de olivos y de las industrias oleícolas y, por consiguiente, en una reducción de los costes de producción y en la mejora de la calidad de los productos.

Las actividades de cooperación técnica se ven, no obstante, limitadas por los medios financieros modestos previstos en el Convenio.

Ahora bien, el COI ha contado siempre con el apoyo, también financiero, de su principal miembro, la Comunidad Europea, que no sólo soporta una parte sustancial de su presupuesto, sino que, además, aporta contribuciones extraor-

dinarias, que permiten realizar actividades representativas. Asímismo, el COI goza del apoyo de los países pertenecientes a la CE y de los otros países miembros, que ponen a su disposición estructuras, recursos humanos y conocimientos para la realización de estos programas.
Por último, hay que señalar que el COI ha establecido recientemente estrechas relaciones con el Fondo Común para los Productos Básicos, tal como se previó en su momento en el texto del propio Convenio. De hecho, el COI ha sido uno de los primeros organismos internacionales de productos básicos en presentar y obtener la aprobación de un Proyecto de Investigación y Desarrollo para la Mejora Genética del Olivo, en el marco de las operaciones de la Segunda Cuenta del Fondo Común. El objetivo fundamental de este Proyecto, que tiene una duración de tres años (1994-1996), es la mejora de la productividad del patrimonio oleícola de los países en vías de desarrollo miembros del COI, mediante la obtención de nuevas variedades que respondan a las necesidades de una oleicultura moderna más competitiva.

POLÍTICA EN MATERIA DE CALIDAD

El Convenio Internacional del Aceite de Oliva y de las Aceitunas de Mesa de 1986, prorrogado y enmendado en 1993, enmendado en 1994 en su artículo 26 «Denominaciones y definiciones de los aceites de oliva y de los aceites de orujo de oliva», establece cuál debe ser la política de los países Miembros en materia de normalización del mercado del aceite de oliva, del aceite de orujo de oliva y de las aceitunas de mesa, por lo que se refiere especialmente a la adopción de normas internacionales para reconocer la calidad de los productos comercializados y el control de los intercambios internacionales.
En virtud del artículo 29 del Convenio, los miembros se comprometen a adoptar todas las medidas que, en la forma que exijan sus respectivas legislaciones, aseguren la aplicación de los principios y disposiciones enunciados en los siguientes artículos:
- 25. «Utilización de la denominación 'aceite de oliva'»,
- 26. «Denominaciones y definiciones de los aceites de oliva y de los aceites de orujo de oliva».
- 28. «Indicaciones de procedencia y denominaciones de origen».

Asimismo, en virtud del artículo 33 del Convenio, los miembros se comprometen a velar por la aplicación de los principios y disposiciones del artículo 31 «Denominaciones y definiciones de las aceitunas de mesa».
En el comercio interior se recomienda la aplicación de estos principios y disposiciones que, sin embargo, son de aplicación obligatoria en el comercio internacional. Los Miembros se comprometen a prohibir y reprimir en su territorio el empleo, para el comercio internacional, de denominaciones contrarias a estos principios. El artículo 36 del Convenio relativo a la normalización del mercado de aceite de oliva y de aceite de orujo de oliva, precisa, además, que el COI adoptará las medidas que estime convenientes para reprimir la competencia desleal en el ámbito internacional, incluida la que puedan hacer los Estados no Miembros o personas sujetas a la jurisdicción de esos Estados.
Estos principios y disposiciones, enunciados en los artículos 25, 26, 28 y 31 del Convenio, se recogen en:
- La Norma comercial aplicable al aceite de oliva y al aceite de orujò de oliva.
- La Norma cualitativa unificada aplicable a las aceitunas de mesa en el comercio internacional.

En virtud de su política de mejora y de protección de la calidad y de control de ésta, el Consejo Oleícola Internacional otorga su patrocinio al procedimiento de control voluntario convenido por las Asociaciones profesionales de exportadores e importadores de aceites de oliva y de aceites de orujo de oliva en los mercados que se benefician de campañas de promoción del COI.
Las asociaciones firmantes de estos acuerdos para el control de los aceites de oliva y de los aceites de orujo de oliva comercializados en estos mercados se comprometen a respetar el procedimiento de control establecido referente tanto al etiquetado como a la conformidad de los aceites analizados por los laboratorios reconocidos por el COI con los parámetros de pureza y de calidad adoptados por el COI y revisados periódicamente en función de los progresos tecnológicos y científicos; asimismo se comprometen a recomendar a sus asociados que respeten las normas adoptadas por el COI. Las firmas que dan muestras de irregularidades repetidas o importantes se señalan a las autoridades competentes a los efectos oportunos.

LA NORMA COMERCIAL APLICABLE AL ACEITE DE OLIVA Y AL ACEITE DE ORUJO DE OLIVA

Esta Norma fija para cada denominación de aceite de oliva y de aceite de orujo de oliva objeto de comercio sus criterios mínimos de pureza y de calidad. Además, fija las normas que han de respetarse en materia de higiene, de envasado y de etiquetado. También recomienda los métodos de análisis a aplicar para la determinación de los diversos criterios fijados en la Norma.

LA NORMA CUALITATIVA UNIFICADA APLICABLE A LAS ACEITUNAS DE MESA EN EL COMERCIO INTERNACIONAL

Esta Norma describe y define los diversos tipos de aceitunas objeto de comercio internacional, así como las preparaciones comerciales más representativas. Fija las normas relativas al calibrado de las aceitunas, su clasificación cualitativa, las tolerancias de defectos para cada clase, así como las normas sobre higiene, acondicionamiento, aditivos y coadyuvantes autorizados, el etiquetado y los métodos de análisis recomendados.

LOS MÉTODOS DE ANÁLISIS FISICOQUÍMICOS

En su Norma comercial aplicable al aceite de oliva y al aceite de orujo de oliva, el Consejo Oleícola Internacional recomienda la aplicación de métodos para la determinación de cada uno de los criterios prescritos por la Norma, métodos que han dado pruebas de buenos resultados de repetibilidad y reproductibilidad; algunos de estos métodos han sido puestos a punto y adoptados por la ISO o por la UICPA y verificada su aplicabilidad al aceite de oliva por el Grupo de expertos químicos procedentes de laboratorios e institutos que colaboran con el COI para el estudio de métodos de análisis para los aceites de oliva y los aceites de orujo de aceituna.

Otros métodos, puestos a punto nacionalmente, han demostrado su buena aplicabilidad al análisis del aceite de oliva y han sido adoptados por el COI, como, por ejemplo, el método para el cálculo teórico del contenido en triglicéridos de los ECN 42, los métodos para la determinación del contenido en hidrocarburos de esteroles, estigmastadienos y otros hidrocarburos. Otros métodos se han elaborado en el seno de trabajos de colaboración dirigidos por el COI y se han adoptado después de haber demostrado una repetibilidad y reproductibilidad aceptables. Así ha sucedido con el Método para la evaluación organoléptica del aceite de oliva virgen y las Normas anexas relativas al análisis sensorial: Vocabulario general básico, Copa para la degustación de aceites, Guía para la instalación de una sala de cata, Metodología general para la valoración organoléptica del aceite de oliva virgen, Guía para la selección, el entrenamiento y el control de los catadores cualificados de aceite de oliva virgen.

RECONOCIMIENTO DEL COI A LOS LABORATORIOS DE ANÁLISIS QUÍMICOS Y A LOS PANELES DE CATA

Que el Consejo Oleícola Internacional reconociera la calidad de los laboratorios de análisis experimentados en los aceites de oliva y los aceites de orujo de oliva era necesario para la aplicación certificada de los métodos de análisis recomendados por el COI, con miras a su utilización en el control de los aceites de oliva, en especial de los que son objeto de intercambios internacionales.

En efecto, desde su creación, el Consejo Oleícola Internacional concede su reconocimiento a los laboratorios que demuestran que poseen instalaciones adecuadas, personal experto, y que sus resultados analíticos son correctos. Estos laboratorios son objeto de controles periódicos y, en su caso, se ofrece a los químicos unos períodos de entrenamiento para la aplicación de nuevos métodos.

Para resolver litigios internacionales en materia de aceite de oliva y de aceite de orujo de oliva puede recurrirse a los laboratorios reconocidos por el Consejo Oleícola Internacional.

Puede asimismo recurrirse a estos laboratorios para la realización de análisis en el marco de programas de control de los aceites de oliva y de los aceites de orujo de oliva comercializados en algunos mercados. Estos programas los acuerdan voluntariamente algunas asociaciones de exportadores e importadores que colaboran con el Consejo Oleícola Internacional para mantener y mejorar la imagen de calidad del aceite de oliva en algunos grandes mercados de países importadores.

Desde que en 1987 se puso a punto y se adoptó el método para la valoración organoléptica del aceite de oliva, el Consejo Oleícola Internacional ha procurado difundir este método y formar a los jefes de los paneles de cata y a los catadores, con objeto de lograr una aplicación correcta y uniforme. En 1991, el COI adoptó un Acta de reconocimiento a los paneles de cata en la que se fijan las condiciones de reconocimiento de un panel y las obligaciones de los que hayan obtenido el reconocimiento del COI. Los paneles de cata reconocidos por el COI son también controlados por parte del COI que, además, organiza periódicamente reuniones de coordinación de los jefes de paneles reconocidos y de los que solicitan tal reconocimiento.

Dado que se considera que el análisis sensorial es el único medio para reconocer la calidad del aceite de oliva virgen, los importantes esfuerzos realizados por el Consejo Oleícola Internacional han permitido poner a punto un método internacional de gran éxito y de aplicación uniforme por los paneles de cata de cualquier país.

POLÍTICAS DE PROMOCIÓN DEL CONSUMO DE ACEITE DE OLIVA Y DE ACEITUNAS DE MESA

CONSIDERACIONES GENERALES

La base jurídica de las actividades promocionales del Consejo emanan del artículo 44 del Convenio Internacional del Aceite de Oliva y de las Aceitunas de Mesa de 1986, reconducido y enmendado por el Protocolo de 1993, que textualmente estipula lo siguiente:

«Artículo 44

Programas de promoción en favor del consumo de los aceites de oliva y de las aceitunas de mesa

1. Losmiembros que contribuyan al Fondo de Promoción a que se refiere el artículo 19 se comprometen a emprender en común campañas de promoción genérica para fomentar el consumo de los aceites de oliva y de las aceitunas de mesa en el mundo. Estas campañas se basarán en el empleo de las denominaciones de los aceites de oliva comestibles, tal como se definen en el artículo 26, y de las aceitunas de mesa, tal como se definen en el artículo 31.
2. Dichas campañas se emprenderán bajo una forma educativa y publicitaria en la que se insista sobre las carac-

terísticas organolépticas y químicas del aceite de oliva y de las aceitunas de mesa, así como sobre sus propiedades nutritivas, terapéuticas y de otra naturaleza.
3. En las campañas de promoción se informará al consumidor sobre las denominaciones, el origen y la procedencia de los aceites de oliva y de las aceitunas de mesa, velando por que no se favorezca ni se resalte ninguna calidad, origen o procedencia con preferencia a otra.
4. Los programas de promoción que se emprendan en virtud de este artículo serán decididos por el Consejo en función de los recursos que se pongan a su disposición con tal fin, dándose carácter prioritario a las acciones en los países principalmente consumidores y en los países en que haya posibilidades de incrementar el consumo de los aceites de oliva y de las aceitunas de mesa.
5. Los recursos del Fondo de Promoción se utilizarán teniendo en cuenta los siguientes criterios:
   – Importancia del consumo y de las posibilidades de desarrollar los mercados existentes.
   – Creación de nuevos mercados para los aceites de oliva y las aceitunas de mesa.
   – Rentabilidad de las inversiones en promoción.
6. El Consejo estará encargado de administrar los recursos asignados a la promoción común. Anualmente, como anexo a su presupuesto, hará una estimación de los ingresos y gastos destinados a esta promoción.
7. La ejecución técnica de los programas de promoción incumbirá al Consejo, que asimismo podrá confiarla a entidades especializadas de su elección.»

Conforme a las disposiciones de los párrafos 2 y 3 de dicho artículo, las actividades promocionales del Consejo se basan en la utilización de la denominación genérica «aceite de oliva» y «aceitunas de mesa» sin favorecer, ni poner en evidencia, ninguna procedencia o variedad, y sin mencionar ninguna marca comercial.

En los eventos organizados y realizados por el Consejo tampoco se hace referencia a cualquier marca de aceite.

Por lo que se refiere a la financiación de las actividades promocionales, el Consejo dispone de un fondo básico de promoción de 500.000 ecus constituido de acuerdo con las estipulaciones del artículo 19 del Convenio.

«Artículo 19
Constitución del Fondo

1. Los miembros principalmente productores se comprometen a poner a disposición del Consejo, para cada año civil y con destino a la promoción común definida en el capítulo XIV del Convenio, la suma de 500.000 ecus.
2. El Consejo podrá aumentar la cantidad citada a condición, por una parte, de que no se aumente la contribución de ningún miembro sin su consentimiento y, por otra parte, de que cualquier revisión de las cuotas de participación mencionadas en el artículo 20 que pueda efectuarse en esta ocasión exigirá una decisión unánime de los miembros principalmente productores.
3. La cantidad mencionada será pagadera en ecus o en su equivalente en cualquier otra moneda libremente convertible.»

Sin embargo, con el fin de obtener más recursos con vistas a ampliar las actividades promocionales, el artículo 21 del Convenio prevé la aportación de contribuciones voluntarias y donativos al Fondo de Promoción.

«Artículo 21
Contribuciones voluntarias y donativos

1. Por acuerdo especial con el Consejo, los miembros principalmente importadores podrán aportar contribuciones al Fondo de Promoción. Esas contribuciones se agregarán al monto del Fondo de Promoción, determinado en virtud de lo dispuesto en el artículo 19.
2. El Consejo está facultado para recibir donativos de los gobiernos o de otra procedencia destinados a la promoción común. Esos recursos ocasionales se agregarán al monto del Fondo de Promoción, determinado en virtud de lo dispuesto en el artículo 19.»

De hecho, este artículo permite al Consejo realizar unas acciones con unos recursos muy superiores a lo establecido en el artículo 19.

El contribuyente principal es la Comunidad Europea y en menor medida las asociaciones profesionales del sector.

A este respecto deben mencionarse los montantes del Fondo de Promoción establecidos por el Consejo en los últimos seis años:

1990	2.495.890,48 $
1991	4.887.578,73 $
1992	5.946.189,75 $
1993	5.671.239,99 $
1994	5.183.333,00 ECUS
1995	5.629.032,56 ECUS

ACTIVIDADES PROMOCIONALES DEL CONSEJO EN LOS ÚLTIMOS CINCO AÑOS

Campañas promocionales en Estados Unidos de América, Australia, Japón y Canadá

El Consejo a partir del año 1984 intensificó sus actividades en los nuevos mercados con capacidad económica elevada para promover la salida de aceite de oliva hacia estos mercados.

El primer mercado de estas características fue el de Estados Unidos, comenzando las campañas en el año 1984 y prosiguiéndose en la actualidad.

Con el mismo fin, el Consejo lanzó sus campañas promocionales en Australia en 1990, en Japón en 1991 y en Canadá en 1994. En el año 1995 ha comenzado un programa de promoción en Argentina.

Estrategia y actividades en las campañas

Las actividades promocionales e informativas tienen básicamente caracter de «relaciones públicas» y están di-

rigidas a los «líderes de opinión» para llegar al consumidor a través de ellos.

Este grupo de «líderes de opinión» que influyen directamente en la opinión y en los hábitos del consumidor se compone de los siguientes profesionales: los miembros de los medios de comunicación (TV, radio, prensa) relacionados con alimentación, gastronomía y nutrición; autores y editores de libros de cocina; conocidos jefes de cocina; propietarios de grandes restaurantes; expertos en nutrición y dietética; médicos e investigadores.

Por consiguiente, el Consejo procura establecer extensos y continuos contactos con estos grupos con el fin de transmitirles sus mensajes y sensibilizarles hacia el consumo de aceite de oliva.

Los mensajes de las actividades se centran principalmente en los aspectos gastronómicos del aceite de oliva y en el efecto de su consumo en la salud humana.

Los mensajes también llevan información económica, técnica e histórica según la meta deseada.

Sin embargo, teniendo en cuenta que el aceite de oliva es un ingrediente básico de la cocina mediterránea, su presentación se realiza en primer lugar dentro del marco de la promoción de la gastronomía mediterránea. En segundo lugar o paralelamente se fomenta la utilización del aceite de oliva en las cocinas nacionales de estos mercados.

En cuanto a las formas de establecer contactos con estos grupos de «líderes de opinión», aquéllos se realizan principalmente por medio de:

- Visitas e invitaciones individuales

  Los expertos y los portavoces del Consejo se reúnen continuamente, en almuerzos, cenas o visitas a sus lugares de trabajo, con los «líderes de opinión» para facilitarles información individualmente.

  Durante estos encuentros se les entregan muestras anónimas y todo tipo de material informativo.

  Esta actividad permite al Consejo crear una relación personal que ayuda a despertar el interés de estas personas sobre el tema.
- Producción y envío de material informativo y divulgativo

  Con el fin de apoyar completamente las actividades, el Consejo crea y distribuye todo tipo de material informativo.

  Dicho material está compuesto principalmente de folletos, libros, carteles, artículos, fotos, vídeos y casetes.

  En su producción se procura que el contenido material esté de acuerdo con la mentalidad de cada mercado en cuestión.

  Además de distribuir este material en los eventos en que el Consejo participa periódicamente se realiza un mailing adecuado a una gran lista de «líderes de opinión».
- Organización de conferencias, seminarios y demostraciones culinarias

Este grupo de actividades se lleva a cabo de dos formas diferentes.

La primera es la organización de estas actividades en los mercados en cuestión y la segunda en los países mediterráneos.

Por lo que se refiere a la primera forma, se invita a grupos de «líderes de opinión» a realizar degustaciones de aceite de oliva y a participar en breves conferencias y seminarios sobre gastronomía mediterránea y la importancia del aceite de oliva.

A veces durante estos encuentros se realizan demostraciones de preparación de platos mediterráneos o nacionales con aceite de oliva con la participación de famosos jefes de cocina.

Este tipo de encuentros, que se organizan periódicamente en diversas ciudades de cada mercado, permite tomar contacto con un amplio número de personas.

Estados Unidos:

- Conferencia sobre «Florida, encrucijada de caminos: el aceite de oliva y la cocina del Nuevo Mundo», Florida, marzo de 1991.
- Conferencia sobre «De Asia al Mediterráneo: modelos culturales para una alimentación sana», Los Ángeles, septiembre de 1991.
- Conferencia sobre «Alimentos del año 2000: opciones de alimentos sostenibles en el siglo XXI», Hawai, julio de 1993.

Australia:

- Conferencia gastronómica, degustaciones de aceite de oliva, Sidney, junio de 1990.
- Degustaciones de aceite de oliva, Sidney, Melbourne, Adelaida, Brisbane, 1991.
- Degustación de aceite de oliva, Brisbane, abril de 1992 y Sidney en junio de 1992.
- Simposio sobre cocina mediterránea, Melbourne, septiembre de 1992.
- Promoción de la cocina mediterránea, Sidney, septiembre de 1992.
- Degustaciones de aceite de oliva y de aceitunas de mesa, Brisbane, Sydney, Melbourne, Adelaida, octubre de 1992.
- Promoción sobre «Food from the Mediterranean», Brisbane, marzo de 1993.
- Public Forum sobre «Mediterranean and Traditional Diets», Canberra, marzo de 1993.
- Degustación de aceite de oliva y aceitunas de mesa, Brisbane, marzo de 1993.
- Simposio sobre «Health Implications of Diets of the Mediterranean», Adelaida, septiembre de 1993.
- Seminarios sobre aceitunas de mesa, Sidney y Melbourne, abril de 1994.
- Homenaje a las cocinas de Italia, Sidney, abril de 1994.
- Simposio sobre Dieta Mediterránea, Perth, agosto de 1994.

Japón:

- Conferencia sobre «Health and Nutrition Aspects of the Mediterranean Diet», Osaka, abril de 1992.

– Conferencia sobre «From Asia to the Mediterranean: Traditional, Healthful Diets in the 21st Century», Osaka, octubre de 1992.
– Conferencias sobre «The Traditional Diet of the Mediterranean» y degustación de aceite de oliva, Tokio y Osaka, abril de 1993.
– Seminarios sobre aceitunas de mesa, Tokio y Osaka, marzo de 1994.
– Seminario sobre aceite de oliva y degustación, Fukuoka, junio de 1994.
– Seminario sobre aceite de oliva y degustación, Nagoya, julio de 1994.

Canadá:
– Simposio sobre «Dieta mediterránea y aceite de oliva», Toronto, Ontario, junio de 1994.

En cuanto a la segunda forma, teniendo en cuenta que la promoción del aceite de oliva se realiza obligatoriamente dentro del marco de la gastronomía mediterránea, el Consejo organiza unos eventos informativos en los países mediterráneos.

El fin perseguido con este esfuerzo es invitar, con la colaboración de la Fundación Oldways Preservation & Exchange Trust, a importantes líderes de opinión (miembros de los medios de comunicación, gastrónomos, jefes de cocina, autores de libros de cocina y expertos en nutrición) de Estados Unidos, Australia y Japón a unas jornadas gastronómicas en países mediterráneos y permitirles conocer muy de cerca las características de las diferentes cocinas de la gastronomía mediterránea.

En el transcurso del evento se organizan conferencias, seminarios, paneles y demostraciones y degustaciones culinarias sobre la gastronomía de este país mediterráneo.

Conforme con este objetivo, el Consejo organizó y participó en las siguientes jornadas gastronómicas:
– Grecia. Porto Carras, octubre de 1991.
– España. Sevilla, Barcelona, Madrid, octubre de 1992.
– Turquía. Estambul, octubre de 1993.
– Túnez. Túnez, diciembre de 1993.
– Italia. Roma, marzo de 1994.

Organización de encuentros científicos

De acuerdo con la estrategia establecida en sus actividades, el Consejo intenta divulgar lo más ampliamente posible las conclusiones de las investigaciones científicas realizadas sobre el efecto del consumo de grasas y aceites (en particular del aceite de oliva) en la salud humana.

A este respecto, el Consejo organiza seminarios, conferencias, simposios internacionales de carácter totalmente científico dirigidos a la clase médica de cada país.

Los encuentros en cuestión constituyen una plataforma científica para debatir y divulgar los diversos conocimientos referentes al consumo de aceites y grasas. El Consejo procura que el contenido de estos eventos repercuta continuamente en los medios de comunicación de estos mercados.

Por otra parte, la realización de este grupo de actividades permite al Consejo estar informado de todas las investigaciones en curso en este campo.

Para llevar a cabo esta política, el Consejo ha organizado en los últimos años los siguientes encuentros científicos:

– Estados Unidos:
  · IV Coloquio Internacional sobre «Ácidos grasos monoinsaturados», Boston, septiembre de 1990.
  · Conferencia Internacional de 1993 sobre «Los régimenes alimenticios del Mediterráneo», Cambridge, enero de 1993.
  · Conferencia sobre «Modificar los comportamientos alimentarios de los americanos. Inspiraciones mediteráneas, interpretaciones americans», San Francisco, junio de 1994.
– Australia:
  · Conferencia sobre «Olive oil and other Dietary Fats; their Role in Health and Nutrition», Sidney, junio de 1990.
  · Conferencia sobre «Las grasas monoinsaturadas en la patología coronaria y otras enfermedades», Melbourne, abril de 1991.
  · Coloquio en la Universidad de Deakin, South Australia, abril de 1991.
  · Conferencia sobre «Monounsaturates and Health», McLaren Vale, agosto de 1991.
  · Simposio sobre «Monounsaturated fats in coronary and other diseases», Brisbane, septiembre de 1991.
  · Conferencia sobre «New Roles for Monounsaturates», Adelaida, marzo de 1992
  · Conferencia «Frying with Olive Oil», Melbourne, septiembre de 1992.
  · Simposio sobre «The Role of Monounsaturates in the Treatment of Diabetes and other Diseases», Sidney, septiembre de 1993.
  · Conferencia sobre «New Findings in Australian Research on Olive Oil», Haymand Island, abril de 1994.
– Japón:
  · Simposio sobre «Los aceites monoinsaturados en la prevención de la patología cardiovascular y otras enfermedades», Tokio, abril de 1991.
  · Seminario sobre «Presente y futuro de la fritura de los alimentos», Tokio, octubre de 1991.
  · Simposio sobre «Mediterranean Diet and Multiple Risk Factors in Cardiovascular Disease», Osaka, octubre de 1992.
  · Simposio sobre «Las grasas monoinsaturadas en el tratamiento de la diabetes», Tokio y Osaka, abril de 1993.
  · Conferencia sobre «The Benefits of Olive Oil in the Treatment of Diabetes», Kobe, septiembre de 1994.

Participación activa en las reuniones
y manifestaciones periódicas
de algunas asociaciones del sector de restaurantes

Considerando que las actividades promocionales del Consejo se realizan en gran medida en el ambiente de la gastronomía, los esfuerzos se intensifican desarrollando los contactos con el ámbito de restaurantes. A este respecto, en Estados Unidos, el Consejo presta mucha atención a su participación en las reuniones anuales de las diversas asociaciones dentro de este ámbito.

Dichos encuentros, que reúnen a una nutrida representación de profesionales del sector, permiten tomar contacto con gran número de expertos y divulgar la información sobre aceite de oliva a una audiencia amplia y especializada en el tema.

La participación del Consejo en estos eventos consiste también en organizar seminarios, demostraciones y degustaciones culinarias en el transcurso del certamen.

Dentro de este marco, el Consejo en los útlimos años participa en las reuniones anuales de las siguientes asociaciones:

– American Culinary Federation.
– International Association of Culinary Professionals.
– National Restaurant Association.
– Food Editors Convention.

En el mercado de Estados Unidos, el Consejo también participa, en la celebración del encuentro anual de la «Public Voice for Food and Healthy Policy», organización que reúne habitualmente un gran número de líderes de opinión de los sectores de alimentación y nutrición. Esta organización tiene como objetivo orientar en gran medida la política relativa a alimentación y nutrición en Estados Unidos.

Organización de «Media Tours»

A la vista de la importancia de los medios de comunicación en el ámbito de la transmisión de mensajes a las grandes masas, el Consejo organiza unas Media Tours en diferentes ciudades de Estados Unidos, Australia y Japón.

Los portavoces del Consejo (expertos en nutrición y gastronomía) se desplazan a varias regiones y participan en importantes programas de televisión y radio relacionados con alimentación, gastronomía y nutrición para informar sobre los aspectos gastronómicos y nutritivos del aceite de oliva.

Aprovechando estos Tours, el Consejo organiza encuentros con destacados miembros de los medios de comunicación con el fin de hacerles conocer mejor el aceite de oliva a través de charlas y degustaciones.

Esta actividades hacen que también sea posible tomar contacto con importantes representantes de los medios de comunicación en diversos puntos del mercado.

Contactos con los profesionales
del sector y control de calidad

Para llevar a cabo sus actividades promocionales eficazmente, el Consejo colabora con los importadores y distribuidores de aceite de oliva.

A tal efecto, el Consejo se reúne continuamente con la North American Olive Oil Association y la Australian Olive Oil Association con el fin de discutir y solucionar los problemas existentes y coordinar los esfuerzos promocionales en estos mercados.

Dentro del mismo marco, con la colaboración de dichas asociaciones se lleva a cabo un acuerdo de control de calidad que consiste en realizar periódicamente toma de muestras y análisis en los laboratorios reconocidos por el Consejo.

Esta iniciativa permite llevar a cabo un control riguroso sobre los aceites de oliva comercializados en estos dos mercados con vistas a conseguir una continua mejoría.

La colaboración con los importadores se complementa con la organización de Seminarios de Marketing para reunir a los exportadores e importadores de estos mercados con miras a intercambiar puntos de vista sobre los problemas existentes y buscar vías para incrementar las salidas de los países exportadores hacia los mencionados mercados.

Contactos con las Administraciones nacionales

Teniendo en cuenta que las definiciones de los aceites de oliva en las legislaciones de Estados Unidos, Australia y Japón no coinciden con las denominaciones del Convenio, el Consejo está permanentemente en contacto con las tres Administraciones con el fin de conseguir una armonización entre dichas legislaciones y las estipulaciones del Convenio.

Otros eventos

Para adaptarse mejor a las características de los mercados en que se están llevando a cabo actividades promocionales, el Consejo realiza algunas acciones adicionales.

Con este fin, en Estados Unidos se estableció un centro de información telefónica sobre aceite de oliva conectado a la Universidad de Cornell, que responde tanto a las preguntas gastronómicas como a las solicitudes cientfficas.

En los mercados de Japón y Australia, el Consejo realiza «actividades promocionales en los lugares de venta» con distribución de material informativo y diversas degustaciones.

En los últimos dos mercados, el Consejo participa en las más importantes Ferias de Alimentación, conferencias y organización de jornadas de gastronomía mediterránea.

Colaboración con institutos y fundaciones

En la realización de sus actividades promocionales, el Consejo intenta obtener la colaboración y el apoyo de prestigiosos y destacados institutos y fundaciones de carácter benéfico tanto privados como públicos.

Dicha colaboración se materializa en la organización de eventos conjuntos gastronómicos y científicos.

Entre dichas entidades podemos citar:

– Estados Unidos:
  · Universidad de Harvard.

- Universidad de Cornell.
- American Institute of Wine and Food.
- Oldways Preservation and Exchange Trust.
- James Beard Society.

– Australia:
- Australia Nutrition Society.

– National Heart Foundation.

– Japón:
- Japan Heart Foundation.
- Japan Society of Nutritionists and Dietetitions.

Realización de estudios de mercado

Con el fin de buscar nuevos mercados el Consejo realiza, periódicamente, estudios de mercado.

Esta actividad sirve tanto para orientar al Consejo en la forma de lanzar sus campañas como para informar a los exportadores sobre la situación en otros mercados prometedores.

Dentro de este marco, aparte de los estudios de mercado de Estados Unidos realizados en noviembre de 1981, abril de 1982, agosto de 1983, mayo de 1989 y noviembre de 1990, y los de Australia y Japón realizados en noviembre de 1989, el Consejo elaboró en los últimos años los siguientes estudios de mercado:

– Estudio Internacional sobre el sector de las aceitunas de mesa: mayo de 1989.
– Turquía: mayo de 1989.
– Jordania: noviembre de 1989.
– Siria: noviembre de 1989.
– Países nórdicos: octubre de 1991.
– Argentina: octubre de 1993.
– Canadá: octubre de 1993.

Promoción en favor de las aceitunas de mesa

El Consejo en sus esfuerzos promocionales en Estados Unidos, Australia y Japón también da lugar a actividades para fomentar el consumo de aceitunas de mesa, paralelamente a las del aceite de oliva.

No obstante a partir de 1993, después de producir suficiente material informativo y divulgativo (folletos, libros, carteles y vídeos) sobre aceitunas de mesa, intensificó sus esfuerzos en organizar unas jornadas exclusivamente dedicadas a este producto.

En estas jornadas a través de conferencias, demostraciones y degustaciones se da información a los «líderes de opinión» sobre los aspectos gastronómicos y nutritivos de las aceitunas de mesa.

A este respecto se organizaron las siguientes manifestaciones:

– Nueva York, enero de 1993.
– Tokio, marzo de 1994.
– Osaka, marzo de 1994.
– Sydney, abril de 1994.
– Melbourne, abril de 1994.

Manifestaciones oleícolas, producción de material

El Consejo, fuera del ámbito de los mercados en que está lanzando campañas, realiza algunas actividades promocionales, aunque en menor medida.

Esta iniciativa se centra principalmente en los países productores del Consejo y se materializa en su participación en ferias, conferencias y seminarios referentes al sector oleícola, a la nutrición y a la gastronomía mediterránea.

Esta actividad permite al Consejo tomar contacto con las asociaciones profesionales del sector (comercio, industria y productores), entidades oficiales y privadas responsables de los temas relacionados con el aceite de oliva y las aceitunas de mesa de los países Miembros.

La participación en estos eventos permite conocer de cerca los puntos de vista de los responsables del sector de los países productores con el fin de planear mejor las actividades del Consejo.

A continuación se relacionan las principales manifestaciones en las que el Consejo participó en los últimos cinco años:

– España:
- SIO-90 (Salón de la Industria Oleícola), Reus-Tarragona, 22-27 de mayo de 1990.
- Jornadas sobre aceite de oliva en el Ateneo, Madrid, 3-4 diciembre de 1990.
- EXPOLIVA, Jaén, 3 al 9 de junio de 1991.
- SIO-92 (Salón de la Industria Oleícola), Reus-Tarragona, 12-16 de mayo de 1992.
- EXPO-92, Sevilla, Barcelona, Madrid, del 1-11 de octubre de 1992.
- EXPOLIVA, Jaén, 20 al 23 de mayo de 1993.
- ALIMENTARES-94, Barcelona, 28 de febrero al 6 de marzo de 1994.
- SIO-94 (Salón de la Industria Oleícola), Reus-Tarragona, 24-28 de mayo de 1994.
- Feria del Olivo, Montoro (Córdoba) 12 al 15 de mayo de 1994.

– Italia:
- Feria de Levante, Bari, 1-5 de octubre de 1992
- Feria de Génova, Génova, 9-14 de noviembre de 1992.
- TECNOLIVO-94, Verona, 9-13 de marzo de 1994.
- OLEUM, Salón Internacional del Aceite de Oliva, Florencia, 19-23 de marzo de 1994.

– Grecia:
- Seminario sobre calidad del aceite de oliva, Thessaloniki, 17-19 de mayo de 1994.

– Marruecos:
- OLIVIADE-90 (1ª Feria Mundial del Olivo), Marrakech, 14-20 de mayo de 1990.

– Portugal:
- OLIVOMOURA-91, Moura, 9-12 de mayo de 1991.
- III Feria de Olivicultura, Campo Maior, 8-10 de mayo de 1992.
- 1ª Conferencia Oleícola Portuguesa, Evora, 4-5 febrero de 1993.

– Turquía:
- Seminario sobre actividades del COI, Izmir, 5 de noviembre de 1993.
- Congreso Internacional sobre la Industria Alimentaria de Turquía, Estambul, 29 de mayo-3 de junio de 1994.

Por otra parte, el Consejo produce continuamente todo tipo de material informativo y divulgativo (escrito, audiovisual y radiofónico) con el fin de distribuirlo tanto en sus actividades propias como para servir de modelo en los mercados en los que tienen lugar sus campañas.

Difusión de los resultados
de las investigaciones científicas

Considerando la importancia de los resultados de las investigaciones científicas sobre el efecto positivo del consumo del aceite de oliva en la salud humana, el Consejo organizó y/o participó en encuentros científicos (congresos, conferencias, simposios, etc.) en los países Miembros.
Este grupo de actividades hace posible difundir toda la información científica disponible a la clase médica de los países Miembros. Para apoyar estas acciones, el Consejo crea toda clase de material informativo (folletos, libros, etc.) dedicado exclusivamente a este tema científico.A este respecto el Consejo organizó y/o participó, en los últimos años, en los siguientes encuentros científicos en los países Miembros:

– España:
- I Curso Internacional de Avances en Ciencias Médicas, Las Palmas de Gran Canaria, 27 de febrero-6 de marzo de 1993.

– Italia:
- II Congreso Nazionale dell'Associazione Italiana di Nutrizione Clinica e Preventiva (AINCLEP), Nápoles, 14-16 de octubre de 1993.
- Conferencia Internacional sobre Dieta Mediterránea, Capri, 8 de junio de 1993.
- Conferencia sobre Dieta Mediterránea, Roma, 4 de marzo de 1994.

– Grecia:
- Congreso sobre Nutrición, Thessaloniki, 20-22 de mayo de 1994.

– Marruecos:
- Simposio Internacional sobre el Valor Biológico del Aceite de Oliva, Marrakech,16 de mayo de 1990.

– Reino Unido:
- V Coloquio Internacional sobre «Ácidos grasos monoinsaturados», Londres, 17-18 de febrero de 1992.

– Túnez:
- Coloquio sobre Características Nutritivas de los Regímenes Alimentarios Mediterráneos. Prevención de las Enfermedades Cardiovasculares, Túnez, 30-31 de octubre de 1992.
- Conferencia Médica sobre Aceite de Oliva, Túnez, 26 de noviembre de 1993.

– Turquía:
- Simposio Internacional sobre Nutrición y Enfermedades Cardiovasculares, Estambul, 30 de junio de 1992.

Realización de investigaciones científicas

El Consejo a partir de 1994 creó un fondo especial para fomentar y financiar las investigaciones científicas sobre el aceite de oliva.
Un grupo de médicos e investigadores creado por el Consejo orienta y coordina las investigaciones que se emprenden en este campo.

Edición de la revista *Olivae*

Con el fin de informar al sector sobre todas las actividades del Consejo, se edita una revista cada dos meses.
Esta revista se envía a unos 50 países y abarca información actual sobre asuntos técnicos, económicos, legislación y actividades promocionales del Consejo.

Actividades promocionales conjuntas
entre el Consejo y sus Miembros

El Consejo a partir de 1993 emprendió una nueva forma de colaboración promocional con sus Miembros, consistente en organizar unas actividades conjuntas.
La primera colaboración a este respecto se llevó a cabo con Italia organizando tres eventos diferentes en el transcurso de junio de 1993 y abril de 1994.
El primer evento dentro de este marco fue la organización de una visita de estudios al sur de Italia de 50 líderes de opinión de Estados Unidos, Australia y Japón en junio de 1993.
El segundo evento fue la celebración de un congreso internacional sobre gastronomía italiana en Roma en la primera semana del mes de marzo de 1994.
A este encuentro, por una parte, se invitó a 60 líderes de opinión de Estados Unidos, 20 de Australia y 20 de Japón y por otra parte a 60 importadores de productos alimentarios de Estados Unidos, 20 de Australia y 20 de Japón.
La última actividad de esta promoción conjunta fue la organización de unas jornadas sobre gastronomía italiana en Sidney del 12 al 15 de abril de 1994.
Esta iniciativa, financiada mayoritariamente por la administración italiana, significó un apoyo muy importante a los esfuerzos promocionales realizados por el Consejo en los Estados Unidos, Australia y Japón con vistas a destacar la «gastronomía mediterránea».

ACTIVIDADES PROMOCIONALES DE LA UNIÓN EUROPEA A FAVOR DEL CONSUMO DE ACEITE DE OLIVA Y DE ACEITUNAS DE MESA

F. GENCARELLI

ACEITE DE OLIVA

El sensible retroceso del consumo de aceite de oliva que se produjo en Italia a finales de los años setenta indujo a la Comunidad Europea no sólo a instaurar un régimen de ayuda al consumo, sino también a prever la puesta en marcha de programas comunitarios de información de los consumidores y de otras acciones de promoción del aceite de oliva.

Debido a la gran fragmentación de la comercialización del aceite de oliva en comparación con los productos competidores, la Comunidad creyó que era necesario, para paliar los desequilibrios existentes en el mecado del aceite de oliva, sostener y completar las actividades de promoción privadas mediante una acción comunitaria eficaz, directamente gestionada por la Comisión. A tal efecto, el reglamento (CEE) nº 1562/78 del Consejo, relativo a la introducción del régimen de ayuda al consumo de aceite de oliva, ha previsto que un porcentaje de la ayuda al consumo de aceite de oliva, fijado anualmente por el Consejo, se destine a la financiación de acciones de información y de promoción a favor del consumo de este producto. La Comisión ha estimado que era necesario, para restablecer y mantener el equilibrio del mercado en este sector, completar el sistema de la ayuda al consumo, con la puesta en marcha de programas promocionales financiados al 100 % por la Comunidad. Las normas generales de esta actividad de promoción se definieron en el reglamento (CEE) nº 1970/80 del Consejo, mientras que las modalidades técnicas de aplicación las estableció el reglamento (CEE) nº 1348/81 de la Comisión.

Los programas promocionales incluyen:

- La recopilación y difusión de los conocimientos científicos sobre las cualidades nutricionales del aceite de oliva entre el cuerpo médico y/o paramédico, la prensa especializada y los consumidores finales.
- Acciones publicitarias y de relaciones públicas, con objeto de informar al público sobre las cualidades nutricionales y gastronómicas de los diversos tipos de aceite de oliva y sus múltiples usos.
- Estudios de mercado con miras a la extensión de la demanda de aceite de oliva en la Unión.
- Trabajos de investigación científica, en especial sobre las características nutricionales del aceite de oliva[1].

Conviene subrayar que la divulgación científica puede adoptar diversas formas, por ejemplo, la difusión de documentación escrita, de filmes y de material didáctico audiovisual destinado a escuelas y universidades, la organización de seminarios en materia de nutrición y de higiene alimentaria o la participación en congresos científicos.

Por otra parte, la gama de las acciones a que se refiere el segundo apartado es muy amplia; incluye, por ejemplo, campañas publicitarias mediatizadas y sobre todo televisadas, concursos gastronómicos, la participación en salones de alimentación, las acciones informativas en las escuelas, etc. Como es lógico, las diferentes acciones se eligen en función de las exigencias particulares de los diversos mercados en que se realizan.

Evidentemente, las campañas de promoción comunitarias tienen un carácter institucional y se refieren al aceite de cualquier calidad, sin indicación de la marca o del origen nacional o geográfico.

Las medidas de promoción del aceite de oliva son gestionadas directamente por la Comisión, quien, después de haber informado al Consejo de las grandes líneas de su propio programa, adopta un programa detallado y elige, por concurso público, las agencias encargadas de su realización. A tal fin, la Comisión concluye los correspondientes contratos con los interesados y controla directamente la ejecución. En virtud de esta gestión directa, la Comisión puede hacerse asistir por consultores especializados, elegidos, también, mediante concurso, para la definición del programa,

la evaluación de las propuestas de las agencias, la elección de los contratantes y el control de la ejecución de las diferentes acciones.

Hasta la fecha de redacción del presente capítulo se han realizado cinco programas promocionales, con un aumento progresivo del compromiso financiero, mientras que el sexto programa, de dos años de duración, lanzado por la Comisión en julio de 1994, comenzó durante los primeros meses de 1995.

El primer programa, realizado durante el período 1981-1982, ha incluido cinco países (Italia, Francia, Alemania, Gran Bretaña y Bélgica) con unos costes totales de cerca de 2,5 millones de ecus.

El segundo programa (1983-1984), con unos gastos globales de cerca de 3,7 millones de ecus, se realizó en los diez Estados de la Comunidad, aun cuando en los países no productores el compromiso financiero fue más bien reducido.

El tercer programa (1985-1986), con un presupuesto de 4 millones de ecus, se aplicó en Italia, Francia, Grecia, Alemania y Gran Bretaña.

El cuarto programa (1988-1990), con un presupuesto de 13,9 millones de ecus, abarcó ocho países (Italia, Francia, Grecia, Alemania, Gran Bretaña, Bélgica, España y Portugal).

El quinto programa (1991-1993), con un presupuesto sensiblemente superior (34,6 millones de ecus) cubrió toda la Comunidad.

Por último, el sexto programa, comenzado en 1995, tiene un presupuesto de 30 millones de ecus, para dos años, en los Estados miembros. Se prevé un presupuesto suplementario para los países cuya adhesión a la Unión ha surtido efecto a partir del 1º de enero de 1995. Aun cuando sea difícil determinar con precisión el impacto de las campañas de promoción comunitarias sobre el aceite de oliva, es evidente que han contribuido a difundir una imagen nueva y positiva del aceite de oliva, así como a su conocimiento y aprecio sobre todo en los países no productores, habituados a consumir otras grasas.

La recuperación y el mantenimiento de altos niveles de consumo en los países productores y el significativo incremento de la demanda en los otros países de la Comunidad[2], a pesar de la fuerte competencia de las otras grasas y de las diferencias de precios, son resultados muy positivos a los que difícilmente se hubiera podido llegar sin la intervención de las medidas promocionales comunitarias.

ACEITUNAS DE MESA

Al haberse formado excedentes durante estos últimos años, debidos sobre todo a la falta de información de los consumidores y a una producción que no respondía a las exigencias del mercado, la Comunidad decidió, por reglamento (CEE) nº 1332/92, participar en la financiación de acciones destinadas a fomentar el consumo de aceitunas de mesa en la Comunidad, a condición de que las medidas se presentaran en el marco de programas y las realizaran asociaciones representativas de las diversas categorías profesionales del sector, como las organizaciones o uniones de productores o de comerciantes.

Las acciones objeto de financiación deben tener como finalidad:

- La promoción de la calidad del producto, en especial mediante la ejecución de estudios de mercado y de trabajos de investigación en materia de producción de aceitunas con un reducido contenido de sal.
- La puesta a punto de nuevas formas de acondicionamiento.
- La difusión de consejos en materia de marketing entre los diversos operadores del sector.
- La publicidad y las relaciones públicas, incluida la organización y la participación en ferias y otras manifestaciones comerciales.

Las medidas de promoción no deben estar orientadas en función de marcas comerciales y no deben hacer referencia a un Estado miembro.

Contrariamente a lo que sucede con las campañas de promoción del aceite de oliva, las medidas a favor de las aceitunas de mesa sólo están financiadas parcialmente por la Comunidad (60 % del coste efectivo) y ello con sumas procedentes del presupuesto general comunitario (2 millones de ecus por año) y no a partir de una fuente específica. Además, estas medidas de promoción sólo son gestionadas indirectamente por la Comisión.

En este sector, y en materia de gestión, se aplica un procedimiento complejo en el que intervienen la Comisión y las Administraciones nacionales.

Los programas, de una duración máxima de tres años, los presentan las asociaciones profesionales o interprofesionales ante las Administraciones nacionales, que las transmiten a la Comisión con una exposición argumentada. Tras someter los programas presentados al examen del Comité de Gestión, la Comisión adopta la lista de las propuestas que se han admitido a la financiación y transmite dicha lista a las autoridades nacionales, quienes concluyen los pertinentes contratos con los interesados y se aseguran de que se respetan las obligaciones derivadas de los mismos.

Las modalidades técnicas de aplicación de las medidas de promoción se fijaron en el reglamento (CEE) nº 3601/92 de la Comisión. El primer grupo de programas a favor de las aceitunas de mesa, presentados por organizaciones españolas, griegas, italianas y francesas, será aprobado por la Comisión próximamente.

NOTAS:

[1] Se señala que en estos últimos años los trabajos de investigación en el sector se han incluido en los programas generales de investigación científica promovidos por la Comunidad.

[2] Durante el período 1984-1994, el consumo anual de aceite de oliva en los cuatro principales países productores (España, Italia, Grecia y Portugal) aumentó de 1.305.000 toneladas a cerca de 1.400.000 toneladas. En los otros países de la Comunidad, el consumo se ha más que duplicado durante el mismo período, pasando de 33.000 a 73.000 toneladas por año.

Capítulo 1
EVOLUCIÓN E HISTORIA

Coordinación: Prof. José María Blázquez Martínez
Catedrático de Historia Antigua. Facultad de Geografía e Historia
Universidad Complutense de Madrid
Madrid (España)

Colaboradores: Prof. Marie-Claire Amouretti
Centre Camille Julian
Archéologie du Sud-Est de la France et de la Méditerranée occidentale
Unité de Recherche Associée 284
Université de Provence - CNRS
Aix-en-Provence (Francia)

Prof. Henriette Camps-Fabrer
Directeur de recherche au CNRS
Laboratoire d'Anthropologie et de Préhistoire des Pays de la Méditerranée occidentale
Université de Provence - Centre d'Aix
Aix-en-Provence (Francia)

Prof. Georges Comet
Professeur d'Histoire du Moyen Age
Aix-en-Provence (Francia)

Prof. David Eitam
Israel Oil Industry Museum
Haifa (Israel)

Prof. M. P. García Gelabert Pérez
Profesora titular de Historia Antigua
Universidad de Valencia
Valencia (España)

G. López Monteagudo
Investigadora del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)
Departamento de Historia Antigua y Arqueología
Centro de Estudios Históricos
Madrid (España)

Dr. Michel Ponsich
Laboratorio de Arqueología
Casa de Velázquez
Ciudad Universitaria
Madrid (España)

Prof. José Remesal Rodríguez
Dpt. de Prehistòria, Història Antiga i Arqueologia.
Divisió de Ciències Humanes i Socials
Facultat de Geografia i Història
Barcelona (España)

Dr. Phil. Horst Schäfer-Schuchardt
Rechtsanwalt - Kunsthistoriker
Würzburg (Alemania)

Capítulo 2
BIOLOGÍA Y FISIOLOGÍA DEL OLIVO

Coordinación:

Prof. SHIMON LAVEE
Institute of Horticulture
Agricultural Research Organization
The Volcani Center
Bet-Dagan (Israel)

Colaboradores:

Sr. DIEGO BARRANCO NAVERO
Departamento de Agronomía
Universidad de Córdoba
Córdoba (España)

Dr. GUIDO BONGI
Istituto di Ricerche sulla Olivicoltura. CNR IRO
Perugia (Italia)

Sr. TAÏEB JARDAK
Director de l'Institut National de l'Olivier
Sfax (Túnez)

Sr. RAYMOND LOUSSERT
Programme National de Recherche sur l'Olivier
INRA
Marrakech (Marruecos)

Prof. GEORGE C. MARTIN
College of Agricultural and Environmental Sciences. Dept. of Pomology
Agricultural Experiment Station
University of California, Davis
California (Estados Unidos)

Dr. AHMED TRIGUI
Maître de recherches
Institut National de l'Olivier
Sfax (Túnez)

Capítulo 3
ASPECTOS GENÉTICOS Y TÉCNICAS DE PROPAGACIÓN PARA UNA PLANTACIÓN INTENSIVA

Coordinación:

Prof. GIUSEPPE FONTANAZZA
Direttore del centro Studi per l'Olivicoltura del CNR
Perugia (Italia)

Co-redactora:

Dra. MARGHERITA CAPPELLETTI
Istituto di Ricerche sulla Olivicoltura del CNR
Perugia (Italia)

Colaboradores:

Dr. ANTONIO CIMATO
CNR. Consiglio Nazionale delle Ricerche
Istituto Sulla Propagazione Delle Specie Legnose
Florencia (Italia)

Prof. NESTORE IACOBONI
Presidente
Accademia Nazionale dell'Olivo
Spoleto (Italia)

Sr. RAYMOND LOUSSERT
Expert au Programme National de Recherche sur l'Olivier
INRA
Marrakech (Marruecos)

Dr. AHMED TRIGUI
Maître de recherches
Institut National de l'Olivier
Sfax (Túnez)

Capítulo 4
TÉCNICAS DE PRODUCCIÓN

Coordinación: Dr. LUIS CIVANTOS LÓPEZ-VILLALTA
Doctor Ingeniero Agrónomo
Director Provincial del Servicio
Nacional de Productos Agrarios
(SENPA) - Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación
Jaén (España)

Co-redactor: Dr. MIGUEL PASTOR MUÑOZ-COBO
Doctor Ingeniero Agrónomo
Jefe del Departamento de Olivicultura y Arboricultura Frutal
Centro de Investigación y Desarrollo Agrario
Córdoba (España)

Colaboradores: Sr. ALLOUM DJAFFEUR
El Biar (Argelia)

Prof. GENNARO GIAMETTA
Ordinario di Meccanica e Meccanizzazione Agricola
Direttore
Università Degli Studi di Reggio Calabria
Istituto di Genio Rurale
Reggio Calabria (Italia)

Prof. NESTORE IACOBONI
Presidente
Accademia Nazionale dell'Olivo
Spoleto (Italia)

Sr. TAÏEB JARDAK
Directeur de l'Institut National
de l'Olivier
Sfax (Túnez)

Sr. JOËL LE BOURDELLÈS
Ingénieur Horticole
En Painpent Plelan le Grand (Francia)

Sr. RAYMOND LOUSSERT
Expert au Programme National de Recherche sur l'Olivier
INRA
Marrakech (Marruecos)

Prof. GEORGE C. MARTIN
College of Agricultural and Environmental Sciences
Agricultural Experiment Station
University of California, Davis
Dept. of Pomology
California (Estados Unidos)

Prof. ANTONIO ROTUNDO
Dipartimento Di Produzione Vegetale
Facoltà di Agraria
Università degli Studi della Basilicata
Potenza (Italia)

Sra. MILAGROS SAAVEDRA SAAVEDRA
Dpto. de Protección Vegetal
Consejería General de Investigación y Extensión Agrarias
Junta de Andalucía
Córdoba (España)

Dr. AHMED TRIGUI
Maître de recherches
Institut National de l'Olivier
Sfax (Túnez)

Capítulo 5
TÉCNICAS AGRONÓMICAS Y CARACTERÍSTICAS DEL ACEITE DE OLIVA

Coordinación: Prof. PIERO FIORINO
Dipartimento di Ortoflorofrutticoltura
Università degli Studi di Firenze
Florencia (Italia)

Co-autor: STEFANO ALESSANDRI
Collaboratore tecnico
Dipartimento di Ortoflorofrutticoltura
Università degli Studi di Firenze
Florencia (Italia)

Colaboradores: Dr. ARTURO CERT VENTULÁ
Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Instituto de la Grasa y sus Derivados
Dpto. de Caracterización y Calidad de los Alimentos
Sevilla (España)

Dr. IHSAN DIKMEN
Director
Olive Research Institute
Izmir (Turquía)

Dr. Mohamed Rahmani
Profesor
Institut Agronomique et Vétérinaire «Hassan II»
Rabat (Marruecos)

Capítulo 6
LA DEFENSA FITOSANITARIA. DESARROLLO DE METODOLOGÍAS Y SALVAGUARDA DE LA PRODUCCIÓN Y DEL MEDIO AMBIENTE

Coordinación: Prof. Antonello Crovetti
Dip. di Coltivazione e Difesa della Specie Legnose
Università degli Studi di Pisa
Pisa (Italia)

Co-redactores: Prof. Alfio Raspi
Professore Associato presso il Dipartimento di Coltivazione e Difesa delle Specie Legnose
Sezione di Entomologia Agraria
Università degli Studi di Pisa
Pisa (Italia)

Prof. Antonio Belcari
Professore Associato Istituto di Patologia e Zoologia Forestale ed Agraria
Università degli Studi di Firenze
Florencia (Italia)

Colaboradores: Sr. Raymond Loussert
Expert au Programme National de Recherche sur l'Olivier
INRA
Marrakech (Marruecos)

Prof. Eloy Mateo Sagasta Azpeitia
Catedrático de Patología Vegetal
Escuela Superior de Ingenieros Agrónomos
Universidad Politécnica de Madrid
Madrid (España)

Sr. Abdullah Yayla
Citrus Research Institute
Plant Pest and Disease Division
Antalaya (Turquía)

Capítulo 7
TECNOLOGÍA DE PRODUCCIÓN Y DE CONSERVACIÓN DEL ACEITE

Coordinación: Prof. Dr. Enzo Fedeli
Istituto Agrario
San Michele all'Adige
San Michele all'Adige (Trento) (Italia)

Colaboradores:

Dr. José Alba
Dr. M. C. Dobarganes
Dr. F. Gutiérrez Rosales
Dr. Arturo Cert Ventulá
Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Instituto de la Grasa y sus Derivados
Dpto. de Caracterización y Calidad de los Alimentos
Sevilla (España)

Prof. Paolo Amirante
Direttore dell'Istituto de Meccanica Agraria
Università degli Studi di Bari
Bari (Italia)

Dr. David Berner
Technical Director
American Oil Chemists' Society (AOCS)
Champaign Illinois (Estados Unidos)

Prof. Giorgio Bianchi
Direttore della Stazione Sperimentale per l'Elaiotecnica
Pescara (Italia)

Dr. Luciano Di Giovacchino
Istituto Sperimentale per la Elaiotecnica
Pescara (Italia)

Sr. D. José María Espuny Moyano
Presidente
Federación de Industrias Oleícolas de España
Madrid (España)

Dr. Ph. D. Firestone
Dept. of Health and Human Services
Food and Drug Administration
Health Service
Washington, DC (Estados Unidos)

Dr. Domenico Grieco
Direttore Laboratorio di Chimica e Microscopia
Associazione Granaria di Milano
Rozzano (Milano) (Italia)

Prof. Apostolos Kiritsakis
Professor in Fat and Oils
Department of Food Technology
Technological Education Institute (TEI)
Sindos Thessaloniki (Grecia)

Dr. Brahmi Marzouk
Secretariat d'Etat à la Recherche Scientifique
et à la Technologie
Institut National de Recherche Scientifique
et Technique
Hamman Lif (Túnez)

Sr. W. Dennis Pocklington
Laboratory of the Government
Chemist
Middlesex TW11 Oly (Reino Unido)

Sr. John Pearse
Laboratory of the Government
Chemist
Middlesex TW11 Oly (Reino Unido)

Dr. Mohamed Rahmani
Professeur
Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II
Rabat (Marruecos)

Sr. Marino Uceda Ojeda
Junta de Andalucía
Consejería de Agricultura y Pesca
Dirección General de Investigación
y Extensión Agrarias
Mengíbar (Jaén) (España)

Dr. Herbert Wessels
Bundesantstalt für Getreide-, Kartoffel- und Fettforschung
Münster (Alemania)

Capítulo 8
PROCESOS DE ELABORACIÓN DE LAS ACEITUNAS DE MESA

Coordinación:

Prof. Georges Balatsouras
Agricultural University of Athens
Department of Food Science and Technology
Laboratory of Agricultural Industries
Atenas (Grecia)

Colaboradores:

Dr. Aldo Brighigna
Accademico Nazionale Dell'Olivo
Esperto in Olive da Mensa
Montesilvano (Pescara) (Italia)

Dr. Georges Doutsias
Directeur Général Adjoint
Union Centrale Coopérative des Producteurs
d'Olives et d'Huile d'Olive
Atenas (Grecia)

Dr. Antonio Garrido Fernández
Jefe U.E. del Instituto de Biotecnología
de Alimentos
Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Instituto de la Grasa y sus Derivados
Sevilla (España)

Capítulo 9
NUTRICIÓN Y VALOR BIOLÓGICO

Coordinación: Prof. FRANCISCO GRANDE COVIÁN
Prof. Emérito
Departamento de Bioquímica. Facultad de Ciencias
Universidad de Zaragoza
Zaragoza (España)

Colaboradores: Prof. MIRELLA AUDISIO
Titolare della Cattedra di Fisiologia Generale 1,
Facoltà di Farmacia
Università «La Sapienza»
Roma (Italia)

Dra. ANDREA BONANOME
Cattedra di Medicina Interna
Università di Padova
Castelfranco Veneto (PD) (Italia)

Prof. RAFAEL CARMENA
Catedrático de Medicina
Director de la Unidad Docente
Unidad Docente de Endocrinología, Nutrición
y Enfermedades Metabólicas
Facultat de Medicina
Universitat de València
Valencia (España)

Prof. ABHIMANYU GARG, M. D.
Associate Professor
Department of Internal Medicine
Center for Human Nutrition
The University of Texas
Southwestern Medical Center at Dallas
Dallas (Texas) (Estados Unidos)

Dr. ANTIGONE KOURIS-BLAZOS
Research Dietitian.
Monash University
Department of Medicine
Monash Medical Center
Clayton Victoria (Australia)

Prof. RONALD P. MENSINK
Department of Human Biology
Faculty of Health Sciences
University of Limburg
Maastricht (Países Bajos)

Prof. ALI OTO, M. D.
Department of Cardiology
Hacettepe University
Faculty of Medicine
Ankara (Turquía)

Prof. ANTONIO PAGNAN
Cattedra di Medicina Interna
Direttore Università di Padova
Castelfranco Veneto (PD) (Italia)

Sra. ROSEMARY STANTON
Nutrition Consultant
Sydney (Australia)

Prof. ANTONIA TRICHOPOULOU, M. D.
National Centre for Nutrition
National School of Public Health
Atenas (Grecia)

Dr. GREGORIO VARELA MOSQUERA
Catedrático Emérito de Nutrición y Bromatología
Departamento de Nutrición
de la Universidad Complutense
Facultad de Farmacia
Madrid (España)

Prof. PUBLIO VIOLA
Primario Medico Ospedale S. Giovanni
L. Docente in Medicina Sociale
dell'Università di Roma
Roma (Italia)

Prof. MARK L. WAHLQVIST
Chairman, Monash University
Department of Medicine
Monash Medical Centre
Clayton Victoria (Australia)

Capítulo 10
ASPECTOS ECONÓMICOS Y POLÍTICA COMERCIAL

Coordinación: Prof. CARLOS TIÓ SARALEGUI
Ingeniero Agronómo
E.T.S. Ingenieros Agrónomos
Ciudad Universitaria
Secretario General de Estructuras Agrarias
Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación
Madrid (España)

Colaboradores: Sr. MAHMOUD ALLAYA
Administrateur Principal
Institut Agronomique Méditerranéen
de Montpellier
Montpellier (Francia)

Prof. MASSIMO BARTOLELLI
TECNAGRO
Roma (Italia)

Dr. GIORGIO CILENTI
Direttore Generale
Associazione Italiana dell'Industria Olearia ASSITOL
Roma (Italia)

Sr. DAVID J. DANIELS
Manager of California Olive Committee
Fresno, CA (Estados Unidos)

Dr. ALLOUM DJAFFEUR
El Biar (Argelia)

Sr. JUAN VICENTE GÓMEZ MOYA
Director
Asociación Española de la Industria y Comercio Exportador
de Aceite de Oliva (ASOLIVA)
Madrid (España)

Prof. GIOVANNI GRITTANI
Direttore
Istituto di Estimo e Pianificazione Rurale
Università degli Studi di Bari
Bari (Italia)

Dr. BONAVENTURA PACILEO
Presidente
ASPRO
(Associazione Produttori Olivicoli)
Catanzaro (Italia)

Sr. C. L. PAPAGEORGIOU
Agricultural University of Athens
Department of Agricultural Economics
Atenas (Grecia)

Prof. JOSÉ LUIS RAMÍREZ SÁDABA
Departamento de Ciencias Históricas
Facultad de Filosofía y Letras
Universidad de Cantabria
Santander (España)

Sr. RICHARD SULLIVAN
President
North American Olive Oil Association
Matawan, NJ (Estados Unidos)

Capítulo 11
EL MARKETING DEL ACEITE DE OLIVA Y DE LAS ACEITUNAS DE MESA

Coordinación: Prof. IGINIO LAGIONI
Docente di Marketing
Università Cattolica del Sacro Cuore
Milano (Italia)

Colaboradores:

Sr. DAVID J. DANIELS
Manager of California Olive Committee
Fresno, CA (Estados Unidos)

Sr. JACQUES DE REGIS
Président COPEXO
Comité pour l'Expansion de l'Huile d'Olive
La Maison de l'Huile d'Olive
Marsella (Francia)

Sr. VICENTE FERNÁNDEZ LOBATO
Director de la Agencia para el Aceite de Oliva
Madrid (España)

Prof. PANAYOTIS PATSIS
Associate Professor
Agricultural University of Athens
Department of Agricultural Economics
Atenas (Grecia)

Sr. MOHAMED TAZI
Directeur
Office Régional de Mise en Valeur
Agricole de Souss Massa
Ministère de l'Agriculture et de la Mise en Valeur Agricole
Agadir (Marruecos)

Capítulo 12
LEGISLACIÓN Y POLÍTICAS OLEÍCOLAS NACIONALES

Textos redactados por:

Sr. HÉDI GUERBAA
Primer Director Adjunto, Jefe de la División de Asuntos Económicos del Consejo Oleícola Internacional

Sra. BERNADETTE PAJUELO
Jefe del Servicio de Química Oleícola, División Técnica del Consejo Oleícola Internacional

Capítulo 13
EL CONVENIO INTERNACIONAL DEL ACEITE DE OLIVA Y LAS ACEITUNAS DE MESA Y EL CONSEJO OLEÍCOLA INTERNACIONAL

Textos redactados por:

Sr. FERID ABBASSI
Jefe de la División de Información del Consejo Oleícola Internacional

Sr. IRFAN BERKAN
Coordinador de las Campañas de Promoción del Consejo Oleícola Internacional

Sr. GÉRARD BROUSSE
Jefe de la División de Asuntos Generales del Consejo Oleícola Internacional

Sr. CIRIACO CASTAÑEDA
Jefe del Servicio de Cooperación Técnica
División Técnica del Consejo Oleícola Internacional

Sr. FABIO GENCARELLI
Division Promotion Produits Agricoles
Direction Génerale de l'Agriculture
Commission Europeénne
Bruselas (Bélgica)

Sr. JESÚS MAROTO
Director Adjunto
Jefe de la División de Personal del Consejo Oleícola Internacional

Sra. BERNADETTE PAJUELO
Jefe del Servicio de Química Oleícola
División Técnica del Consejo Oleícola Internacional

Sr. AURELIO SEGOVIA
Director Adjunto
Jefe de la División de Promoción del Consejo Oleícola Internacional

Sr. AHMED TOUZANI
Director Adjunto
Jefe de la División Técnica del Consejo Oleícola Internacional

Los capítulos 12 y 13 han sido coordinados por:

Sr. HÉDI GUERBAA
Primer Director Adjunto
Jefe de la División de Asuntos Económicos del Consejo Oleícola Internacional