



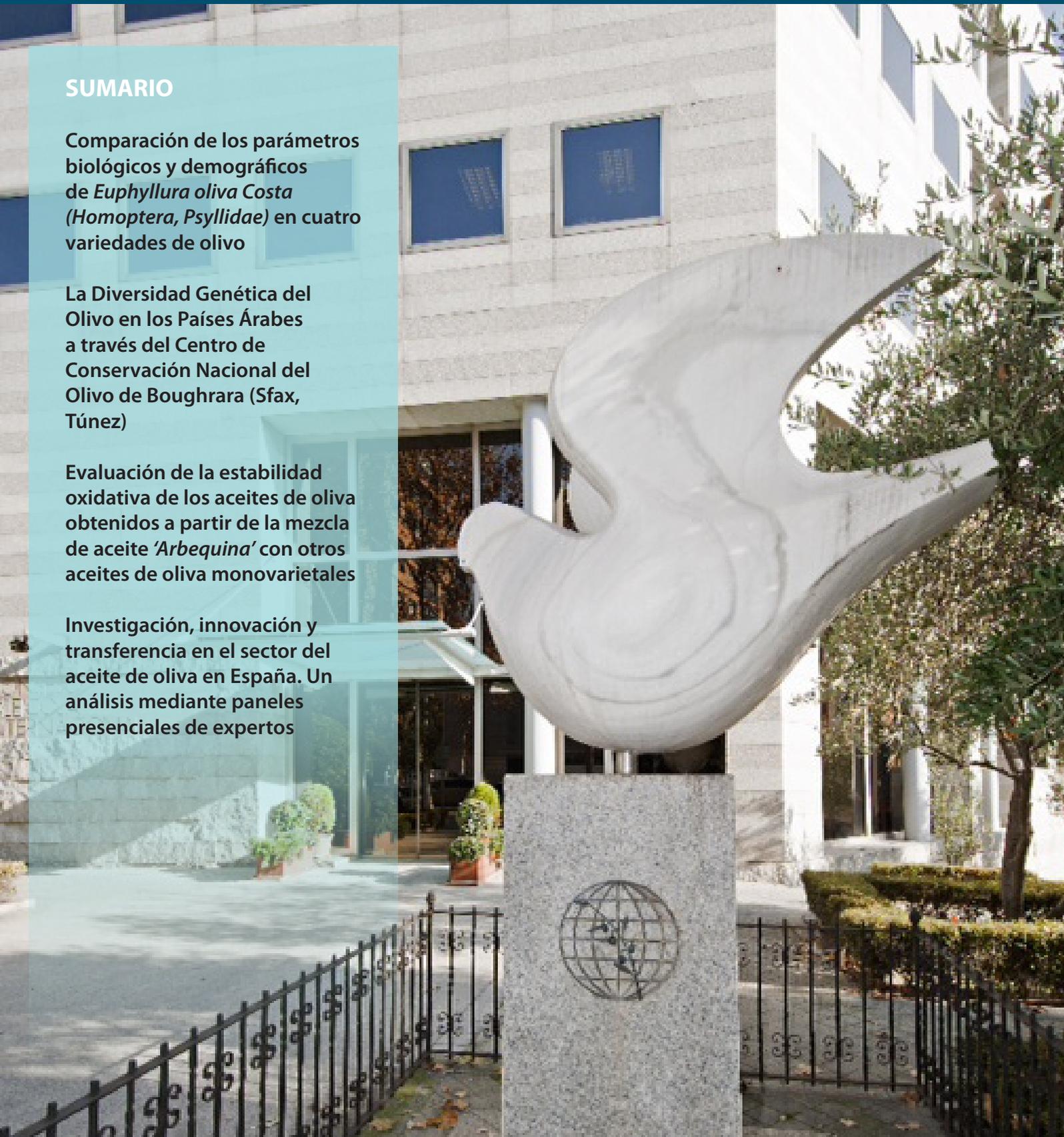
SUMARIO

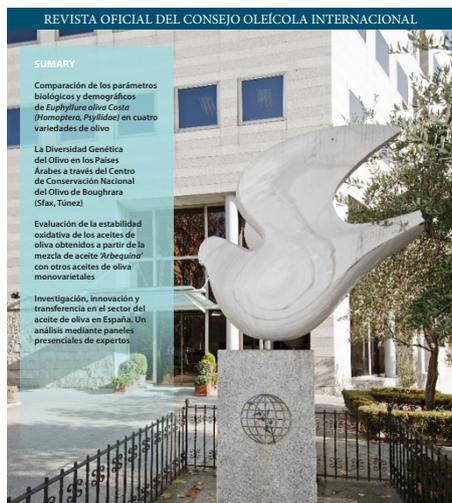
Comparación de los parámetros biológicos y demográficos de *Euphyllura oliva Costa* (Homoptera, Psyllidae) en cuatro variedades de olivo

La Diversidad Genética del Olivo en los Países Árabes a través del Centro de Conservación Nacional del Olivo de Boughrara (Sfax, Túnez)

Evaluación de la estabilidad oxidativa de los aceites de oliva obtenidos a partir de la mezcla de aceite 'Arbequina' con otros aceites de oliva monovarietales

Investigación, innovación y transferencia en el sector del aceite de oliva en España. Un análisis mediante paneles presenciales de expertos





SUMARIO

OLIVAE | n°120

OLIVAE

Revista Oficial del Consejo Oleícola Internacional

Publicada en: árabe, español, francés, inglés e italiano.

Revista Arbitrada

Príncipe de Vergara, 154

28002 Madrid, España

Tel.: 34-915 903 638

Fax: 34-915 631 263

E-mail: iooc@internationaloliveoil.org

Web: www.internationaloliveoil.org

ISSN: 0255-996X

Depósito legal: M-37830-1983

Las denominaciones empleadas en esta publicación y la forma en que aparecen presentados los datos que contiene no implican, de parte de la Secretaría Ejecutiva del COI, juicio alguno sobre la condición jurídica de países, territorios, ciudades o zonas, o de sus autoridades, ni respecto de la delimitación de sus fronteras o límites.

El contenido de los artículos publicados en esta revista no refleja necesariamente el punto de vista de la secretaría del COI en la materia.

Se autoriza la reproducción total o parcial de los artículos publicados en OLIVAE con la mención expresa de su origen.

3

Comparación de los parámetros biológicos y demográficos de *Euphyllura olivina* Costa (*Homoptera*, *Psyllidae*) en cuatro variedades de olivo

H. Meftah / A. Boughdad / A. Bouchelta

18

La Diversidad Genética del Olivo en los Países Árabes a través del Centro de Conservación Nacional del Olivo de Boughrara (Sfax, Túnez)

Fathi Ben Amar / Mona Ayachi Mezghani
Abdel Majeed Yengui / Nouredine Benbelkacem

23

Evaluación de la estabilidad oxidativa de los aceites de oliva obtenidos a partir de la mezcla de aceite 'Arbequina' con otros aceites de oliva monovarietales

F. Mansouri / A. Ben Moumen / N. Houmy
G. Richard / M. L. Fauconnier / M. Sindi
H. Serghini-Caid / A. Elamrani

31

Investigación, Innovación y Transferencia en el Sector del Aceite de Oliva en España. Un Análisis mediante paneles presenciales de expertos

Dr. Javier Sanz Cañada / Florencio Sánchez Escobar / Isabel Hervás Fernández /
Dr. Daniel Coq Huelva

Comparación de los parámetros biológicos y demográficos de *Euphyllura olivina* Costa (Homoptera, Psyllidae) en cuatro variedades de olivo

H. Meftah¹, A. Boughdad², A. Bouchelta³

¹ Instituto de Técnicos Especializados en Horticultura. Apdo. de correos 4002 Jnane ben Hlima, 50060 Mequínez (Marruecos). Dirección de correo electrónico: h.meftah@yahoo.fr.

² Departamento de Protección de las Plantas y el Medio Ambiente. Escuela Nacional de Agricultura de Mequínez. Apdo. de correos S/40 Mequínez (Marruecos). Dirección de correo electrónico: ahmedboughdad@gmail.com.

³ Departamento de Biología. Facultad de Ciencias de Mequínez. Apdo. de correos 11201 Zitoune, Mequínez (Marruecos). Dirección de correo electrónico: abouchelta@yahoo.fr.

Resumen

El olivo (*Olea europaea* L.) es un cultivo de una gran importancia económica para Marruecos. Sin embargo, la producción de aceitunas se ve afectada por plagas que provocan cuantiosas pérdidas en la cosecha. Entre ellas, el algodón del olivo (*Euphyllura olivina* Costa) es causa de grandes daños en la cuenca del Mediterráneo. Para controlar esta plaga se utilizan principalmente plaguicidas sintéticos. Sin embargo, estos afectan también al medio ambiente, a organismos no objetivo y a la salud de las personas, y provocan un aumento de las plagas secundarias y la aparición de poblaciones resistentes. Algunas medidas de protección alternativas, entre ellas la resistencia varietal, pueden ofrecer resultados prometedores en condiciones de desarrollo sostenible. Para evaluar la respuesta de cuatro variedades de olivo ('*Picholine marocaine*', '*Haouzia*', '*Arbequina*' y '*Manzanilla*') a los ataques de la psila, se han determinado los parámetros biológicos y demográficos de esta plaga en dichas variedades cultivadas en invernadero. Los valores de los parámetros medidos dependen de la variedad: la mayor longevidad de las hembras adultas se observó en '*Haouzia*' ($48,40 \pm 9,21$ días), en la que se detectaron también la fecundidad media más elevada ($877,0 \pm 265,63$ huevos/2 hembras), la menor tasa de mortalidad de las larvas ($72,65 \pm 5,41$ %) y el mayor porcentaje de éxito (9,87 %). La fecundidad según la edad de las hembras que hubieran alcanzado la madurez sexual (m_x) fue de 62 hembras/día en '*Haouzia*' y de 29 hembras/día en '*Picholine marocaine*'. La tasa reproductiva neta (R_0) más elevada se observó en '*Haouzia*' ($24,0 \pm 6,35$) y la más baja en '*Picholine marocaine*' ($12,3 \pm 3,77$ hembras/generación). La tasa intrínseca de crecimiento (r_m) más elevada se registró en '*Haouzia*' ($0,05 \pm 0,00$ hembras/hembra/día) y la más baja, en '*Picholine marocaine*' ($0,04 \pm 0,00$ hembras/hembra/día), al igual que ocurrió con la tasa finita de crecimiento (λ), con $1,05 \pm 0,00$ y $1,04 \pm 0,00$ hembras/hembra/día, respectivamente. El análisis tipológico de los parámetros estudiados de *E. olivina* en las cuatro variedades de olivo muestra que '*Picholine marocaine*' es la variedad menos favorable al crecimiento de la población del insecto.

Palabras clave

Olea europaea, *Euphyllura olivina*, parámetros biológicos, parámetros demográficos, resistencia varietal.

Abstract

The olive tree (*Olea europaea* L.) is a crop of economic importance in Morocco; however, olive production is hampered by pests that cause significant harvest losses. Olive psyllid (*Euphyllura olivina* Costa) causes severe

damage in Mediterranean olive orchards. Its control is mainly based on the use of synthetic pesticides, which affect the environment and human health and are also responsible for the resurgence of secondary pests and the development of resistant strains.

Alternative pest control methods incorporating varietal resistance could be promising in a context of sustainable development. Biological and demographic parameters were assessed on four varieties of olive ('Picholine marocaine', 'Haouzia', 'Arbequina', 'Manzanilla') under cover conditions in order to evaluate the response to olive psyllid. Parameter values varied according to variety. Adult female lifespan (48.40 ± 9.21 days) was longer, fecundity (877.0 ± 265.63 eggs/2 females) and success rate (9.87%) were higher and mortality rate was lower on 'Haouzia' ($72.65 \pm 5.41\%$) than on the other varieties. Age specific fecundity (mx) was 62 females/female of each age on 'Haouzia' and 29 on 'Picholine marocaine'. Net reproduction rate (R0) was higher on 'Haouzia' (24.0 ± 6.35 females/generation) than on 'Picholine marocaine' (12.3 ± 3.77 females/generation). Intrinsic rate of increase (rm) was maximum on Haouzia (0.05 ± 0.00 female/female/day) and minimum on 'Picholine marocaine' (0.04 ± 0.00 female/female/day); finite rate of increase (λ) was 1.05 ± 0.00 female/female/day and 1.04 ± 0.00 female/female/day on 'Haouzia' and 'Picholine marocaine', respectively. Cluster analysis of the psyllid parameters studied on the four varieties showed that 'Picholine marocaine' was less suitable for the development of insect populations.

Keywords

Olea europea, *Euphyllura olivina*, biological parameters, demographic parameters, varietal resistance.

Introducción

El algodón del olivo, *Euphyllura olivina* Costa (*Homoptera*, *Psyllidae*), es un insecto picador-chupador que, tanto en estado larvario como adulto, causa considerables daños en los olivares de la cuenca del Mediterráneo (Loginova, 1972; 1976; Chermiti, 1983; Sekkat, 2001; Ksantini *et al.*, 2002; Seljak, 2006; Cotes *et al.*, 2007; Burckhardt, 2009). También se ha introducido en la India (Mathur, 1975), Irán (Farahbakhch y Moini, 1975), el Reino Unido, Alemania y Estados Unidos (California) (Burckhardt y Hodkinson, 1985; Burckhardt, 2009; Malumphy, 2011).

En su desarrollo, el insecto pasa por siete ecofases: el huevo, cinco estados larvarios y el estado adulto (Arambourg, 1964; Hodkinson, 1974). La infestación del árbol se puede identificar fácilmente por las secreciones de cera de aspecto algodonoso y color blanco que envuelven las larvas (Chermiti, 1983). Los adultos están presentes todo el año y las hembras entran en diapausa en la puesta de huevos en invierno y durante los meses más calurosos del verano (temperatura ≥ 35 °C) (Ksantini, 2003). El insecto es especialmente nocivo en los estados larvarios, ya que ataca a los órganos en crecimiento (brotes tiernos y racimos florales). *E. olivina* perfora los tejidos conductores para succionar savia gracias a los estiletes que posee en el rostro y altera el desarrollo normal del órgano vegetal del que se nutre, provocando así la esterilidad de las flores (Jardak *et al.*, 1985) y la caída de inflorescencias y frutos (Chermiti, 1983). Las larvas secretan una masa algodonosa y mielato, que favorecen la instalación de un hongo ectoparásito, *Capnodium oleaginum*, que altera la fotosíntesis de la planta (Arambourg *et al.*, 1986), lo que, a su vez, disminuye su producción (Chermiti, 1989; Jarraya, 2003). El umbral de tolerancia económica es de unas 2,5 a 3 larvas por cada 100 racimos florales, equivalente a una tasa de infestación de los racimos que oscila entre un 50 y un 60 % (COI, 2007). Cada año, algunos olivicultores deben luchar al mismo tiempo contra la polilla del olivo, *Prays oleae* (*Lepidoptera*, *Yponomeutidae*), y el algodón del olivo, *E. olivina*, de forma cruzada usando insecticidas de amplio espectro. Existen 28 insecticidas homologados contra el algodón del olivo. Las materias activas utilizadas pertenecen principalmente a los organofosforados y los piretroides (Ezzahiri *et al.*, 2013). Estos insecticidas afectan también a organismos no objetivo (Kovanci *et al.*, 2005) y a la salud de los consumidores, ya que pueden ocasionar intoxicaciones (Meehan *et al.*, 2011). Además, provocan un aumento de las plagas secundarias y la aparición de poblaciones resistentes. Los inconvenientes de los plaguicidas sintéticos han animado a los investigadores a estudiar otros medios de lucha que respeten el medio ambiente, como los plaguicidas de origen vegetal (Dibo *et al.*, 2010; Meftah *et al.*, 2011), y la resistencia de la planta hospedante (Li *et al.*, 2004). Así, el desarrollo de variedades resistentes constituye un método complementario que contribuye de forma eficaz a la lucha integrada con la que se pretende reducir las pérdidas provocadas por las plagas de insectos (Jallow *et al.*, 2004).

Las relaciones entre las especies de insectos y las plantas hospedantes se rigen por características morfológicas, físicas, fisiológicas y químicas de las plantas (el tamaño, la forma, la presencia de ceras epicuticulares y de tricomas, el estado fenológico, el color de la planta y los

metabolitos secundarios) (Harborne, 1993; Berenbaum, 1995; Geiger y Gutiérrez, 2000; Smith, 2005). Estas características pueden perturbar el comportamiento del insecto (antixenosis), especialmente el acoplamiento, la puesta de huevos y la alimentación (Pilson, 2000; Painter, 1951, en Srinivasan y Uthamasamy, 2005; Smith y Clément, 2012). Según Cates (1980), la síntesis de los metabolitos secundarios se produce principalmente en los órganos jóvenes de la planta, donde se concentran los elementos nutritivos que persiguen los fitófagos (Karley *et al.*, 2002). Además, los insectos herbívoros poseen receptores específicos para estas sustancias secundarias que les permiten descartar la planta como fuente de alimento (Schroeder y Hilker, 2008), mientras que algunos insectos son capaces de utilizar estas sustancias o los productos de su degradación para localizar sus plantas hospedantes (Nielsen *et al.*, 1979). De esta forma, la calidad de la planta viene determinada, entre otras cosas, por su composición química, principalmente la concentración de metabolitos secundarios (Cai *et al.*, 2004) y el contenido de componentes primarios, entre ellos el nitrógeno (Awmack y Leather, 2002). En general, las moléculas secundarias de las plantas se liberan cuando éstas sufren daños, como los derivados de ataques de plagas de fitófagos (Berenbaum, 1995). Constituyen así un medio de defensa contra el ataque de bioagresores (Feeny, 1976; Harborne 1993). Según el estudio llevado a cabo por Zouiten *et al.* (2000) sobre la interacción entre el olivo y el algodón del olivo, los compuestos fenólicos pueden estar involucrados en la reacción de la planta a los ataques del insecto. Estos autores demostraron que los brotes tiernos de las variedades menos atacadas por *E. olivina* contienen en torno al doble de fenoles que las variedades más sensibles. Así, la variedad de la planta hospedante afecta de manera significativa al crecimiento y el desarrollo del fitófago en función de su calidad nutricional y el efecto de los componentes de defensa de la planta (Awmack y Leather, 2002). Por su parte, Michalek *et al.* (1996) demostraron que los compuestos fenólicos pueden estar involucrados en los mecanismos de defensa de las plantas ante las infecciones parasitarias al inhibir la proliferación de los hongos. Así, la inoculación de una suspensión de conidios de *Verticillium dahliae* en las ramitas del olivo se traduce en modificaciones en el metabolismo fenólico (contenido de flavonas y fenoles insolubles) y en la marchitez en torno al vigésimo día tras la inoculación. Como resultado de ello, se produce un aumento del contenido de fenoles en las paredes celulares. Este contenido supera, aproximadamente, en 1,6 veces el contenido de las muestras de control. Los fenoles esterificados en las paredes son principalmente ácidos ferúlico y p-cumárico (Elboustani *et al.*, 1998). Además, las sustancias secundarias provocan una reducción del número de ataques de los insectos debido

a la disminución del valor nutritivo, la introducción de un sabor intolerable en los tejidos de la planta o la presencia de toxinas o sustancias repulsivas (Gershenzon y Croteau 1991; Harborne 1993; Simmonds, 2001), en este caso taninos, metilisorboneol y miristicina (Metraux y Raskin, 1993). Esto puede afectar al desarrollo y la reproducción del insecto (antibiosis) (Awmack y Leather, 2002; Stamp, 2003; Smith, 2005) o puede ser causa indirecta del incremento de la exposición del insecto a sus enemigos naturales por alargar su periodo de desarrollo (Sarfraz *et al.*, 2006). De este modo, la interacción entre el insecto y la planta hospedante se ve influida por las condiciones microclimáticas (Schoonhoven, 1981; Zaslucki *et al.*, 2002; Villalpando *et al.*, 2009). Sin embargo, algunos insectos desarrollan mecanismos bioquímicos de adaptación a las moléculas secundarias liberadas por sus plantas hospedantes (Lamb, 1989). Estas sustancias pueden ser precursoras de feromonas o de sustancias de defensa, como los alcaloides, los isoflavonoides o las saponinas producidas por algunas plantas, y pueden ser aprovechadas por las plagas de fitófagos para protegerse de sus depredadores naturales (Harborne, 1993), mientras que otras moléculas secundarias de la planta, como la tangeritina, pueden indicar a los insectos fitófagos dónde se encuentra la fuente trófica y, por tanto, atraerlos hacia ella (Harborne, 1990; Metraux y Raskin, 1993; Smith, 2005). En relación con la importancia del nitrógeno en la síntesis de las proteínas, el contenido de este elemento determina la calidad nutricional de la planta para un gran número de insectos fitófagos (Wilkinson y Douglas, 2003). Así, según Catling (1972), una elevada cantidad de nitrógeno en las hojas de los cítricos estimula la puesta de huevos de *Trioza erytreae*. Además, la elevada presencia de nitrógeno en las plantas hospedantes aumenta la tasa de desarrollo y supervivencia de los insectos fitófagos (Jonas y Joern, 2008).

Varios estudios de los parámetros biológicos de *E. olivina* llevados a cabo en la región marroquí de Haouz (Ouguas e Hilal, 1995; Hilal *et al.*, 1997; Tajnari, 2001) y la región central de Marruecos (Meftah *et al.*, 2014), donde el insecto presenta bivoltinismo, han permitido conocer mejor la dinámica de las poblaciones *in situ*. Por el contrario, los resultados de los trabajos de evaluación de la sensibilidad de distintas variedades de olivo a *E. olivina* llevados a cabo en la región de Marrakech (Ouguas e Hilal, 1995; Zouiten *et al.*, 2000; Zouiten y El Hadrami, 2001; Zouiten, 2002) no pueden adaptarse para diseñar una estrategia de lucha integrada contra este bioagresor en el centro de Marruecos (región de Mequinez). Por tanto, tal como se ha indicado en relación con otros homópteros (Morgan *et al.*, 2001), en los programas de selección de las variedades debe tenerse en cuenta el impacto geográfico sobre el insecto. En la actualidad no se

dispone de ningún dato sobre los parámetros demográficos de *E. olivina*, que constituyen uno de los principales factores determinantes de la resistencia/sensibilidad de las distintas variedades de olivo a esta plaga.

En este estudio se describen los parámetros biológicos y demográficos de *E. olivina* criada en plantones jóvenes de cuatro variedades de olivo cultivadas en invernadero en la región central de Marruecos al objeto de facilitar el diseño de una gestión integrada de la plaga de *E. olivina* en distintas variedades de olivo.

Materiales y métodos

Variedades de olivo

Los plantones jóvenes utilizados tienen un año de edad y proceden de un vivero reconocido de la región de Mequinez que produce plantones de olivo certificados. Las variedades en las que se realizó el ensayo fueron dos variedades de doble aptitud, para aceite y aderezo (en función de su época de madurez): '*Picholine marocaine*' (variedad procedente de varios clones) y '*Haouzia*' (clon de '*Picholine marocaine*') (Boulouha *et al.*, 1992); '*Arbequina*', variedad para aceite que se caracteriza por una drupa pequeña y un elevado rendimiento graso; y '*Manzanilla*', variedad de drupa grande principalmente destinada al aderezo (aceitunas de mesa) (COI, 2000).

Poblaciones de algodón del olivo

Las muestras de adultos del algodón del olivo, fruto de la evolución de las larvas L_5 de la segunda generación primaveral, se tomaron en árboles de la variedad '*Picholine marocaine*' plantados en una parcela experimental del Instituto de Técnicos Especializados en Horticultura de Mequinez (ITSHM, por sus siglas en francés) (latitud: 33,524° N, longitud: 5,326° O, altitud: 544 m). Se recogieron mediante la técnica del golpeo (Reboulet, 1999), se aislaron en placas de Petri tras la determinación de su sexo mediante estereomicroscopio y se utilizaron para infestar las ramas de los plantones jóvenes de las variedades objeto del ensayo.

Experimento

El ensayo varietal se realizó sin elección, en el interior de un invernadero del ITSHM, a una temperatura de entre 11,9 °C y 33,5 °C, con una humedad relativa del 37,5 % al 90,3 % (figura 1), a la luz del día y durante los meses de febrero a julio de 2012.

Los plantones de olivo se cultivaron en bolsas de polietileno negro con una capacidad de 1,5 l colocadas por variedad en repisas metálicas a 1 m del suelo. Cada plantón de olivo se infestó con dos parejas de *E. olivina*

por medio de un pincel fino. A continuación, el plantón se cubrió con una tela de muselina colocada sobre un armazón de alambre de hierro galvanizado ($\varnothing = 3,2$ mm) de 20 x 20 x 100 cm (largo x ancho x alto) a fin de evitar que los adultos pudieran huir. En cada variedad se efectuaron cinco repeticiones.

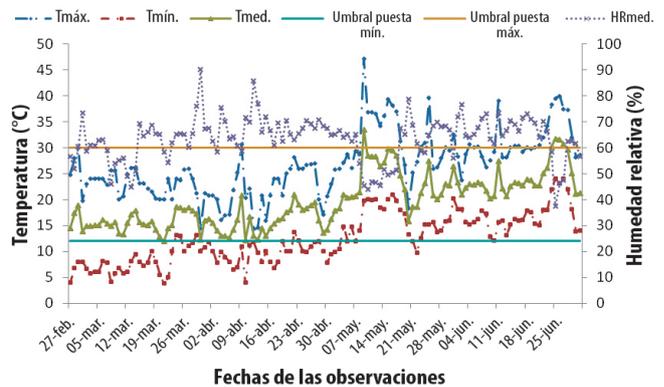


Figura 1: Condiciones de temperatura y humedad relativa en el invernadero durante el estudio del desarrollo de *Euphyllura olivina* en cuatro variedades de olivo

Se realizaron observaciones cada cuatro días desde el inicio de la infestación de las variedades de olivo por las parejas de algodón del olivo hasta la emergencia de los nuevos adultos. En cada observación, se determinaron los diferentes estados evolutivos del algodón del olivo (huevos, larvas y adultos) por medio de estereomicroscopio, así como su situación (vivos o muertos). En cada variedad utilizada se midieron los siguientes parámetros biológicos de *E. olivina*: la longevidad de los adultos, la fecundidad (número de huevos puestos durante la vida de las hembras), la duración de la puesta, la fertilidad de los huevos puestos en cada plantón (número de huevos eclosionados/número de huevos puestos x 100), la tasa de mortalidad embrionaria (número de huevos puestos – número de huevos eclosionados/número de huevos puestos x 100), la tasa de mortalidad de las larvas [(número de huevos eclosionados – número de larvas que alcanzan el estado adulto)/número de huevos eclosionados x 100], el número de larvas que alcanzan el estado adulto por sexo, el porcentaje de éxito (número de adultos descendientes/número de huevos puestos x 100), la tasa de supervivencia (lx) y la fecundidad según la edad (mx) (Southwood y Henderson, 2000).

Al término del experimento, se calcularon los parámetros demográficos de *E. olivina* criada en las cuatro variedades de olivo siguiendo el método descrito por Carey (1993; 2001). Concretamente, se calcularon la tasa reproductiva neta (R_0), la proporción de sexos (número de machos/número de hembras) (S), la tasa

intrínseca de crecimiento (rm), la tasa finita de crecimiento (λ), la duración media de la generación (T) y el tiempo de duplicación de la población (Dt).

Análisis de los datos

Para identificar las eventuales diferencias entre los parámetros biológicos (longevidad, fecundidad, fertilidad, duración de la puesta, descendencia, duración del desarrollo embrionario, duración de la generación y mortalidad), se llevó a cabo una comparación mediante la prueba de Student con un nivel de riesgo del 5 %. Para identificar el efecto de la variedad sobre los parámetros demográficos (R_0 , r_m , λ , T , Dt y S) de *E. olivina* criada en las cuatro variedades objeto de análisis, se llevó a cabo un análisis de la varianza unifactorial seguido por la prueba de Scheffé con un umbral del 5 %. Los análisis estadísticos se realizaron sobre los datos brutos en el caso de las variables cuantitativas y sobre los datos transformados en $\arcsen\sqrt{\%}$ en el caso de las proporciones. Las curvas de supervivencia se elaboraron con el procedimiento de Kaplan-Meier (1958). Para comparar la longevidad media de ambos sexos del algodón del olivo observada en las cuatro variedades objeto de estudio se empleó la prueba de Mantel-Cox. La clasificación de las variedades según su respuesta al ataque del algodón del olivo se llevó a cabo mediante un análisis tipológico (análisis clúster) realizado con

el método de Ward con la ayuda del programa informático Statistica, versión 7. El análisis se efectuó sobre todos los valores medios estandarizados de los parámetros biológicos y demográficos medidos.

Resultados y discusión

Efectos de la variedad sobre los parámetros biológicos
Longevidad

La duración de la vida de los adultos de *E. olivina* puestos en contacto con los plántones de cada una de las variedades de olivo es diferente en función de la variedad estudiada: entre 24 y 44 días para los machos y entre 26 y 50 días para las hembras (figuras 2 y 3), con una gran variabilidad entre individuos. Los coeficientes de variación oscilan entre el 8,25 y el 21,21 %. Dentro de la misma variedad, la vida de las hembras es más larga que la de los machos, al igual que la duración de su permanencia en la planta (cuadro 1). En este estudio, la variedad 'Haouzia' es la más favorable a la supervivencia de los adultos, seguida por 'Arbequina', 'Picholine marocaine' y 'Manzanilla' (figuras 2 y 3). En otra especie de psila, *Cacopylla pyri* (L.), Kapatos y Stratopoulou (1996) observaron que la longevidad de los adultos variaba entre 22 y 28 días en condiciones naturales en función de la estación (primavera y otoño).

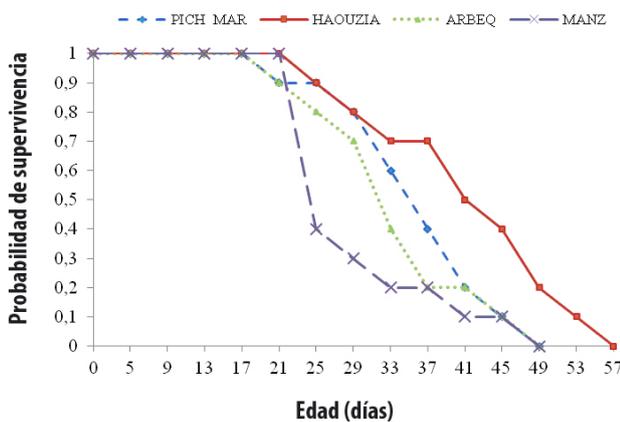


Figura 2: Longevidad de los adultos hembra de *E. olivina* en las variedades de olivo objeto de estudio (n = 10/variedad) (en la prueba de Mantel-Cox no se apreció ninguna diferencia significativa entre las curvas de supervivencia obtenidas en las variedades estudiadas)

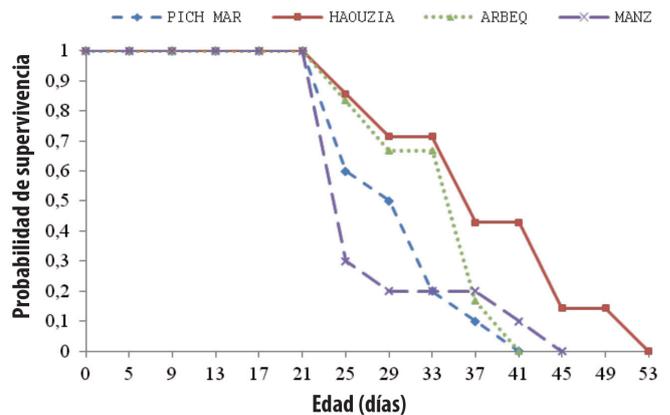


Figura 3: Longevidad de los adultos macho de *E. olivina* en las variedades de olivo objeto de estudio (n = 10/variedad) (en la prueba de Mantel-Cox no se apreció ninguna diferencia significativa entre las curvas de supervivencia obtenidas en las variedades estudiadas)

Cuadro 1: Parámetros biológicos (media ± desviación típica) de *Euphyllura olivina* criada en diferentes variedades de olivo

Parámetros	Variedades			
	'Picholine marocaine'	'Haouzia'	'Arbequina'	'Manzanilla'
Longevidad ad. m. (días)	31,6±2,61	33,2±4,38	34,0±7,21	29,6±4,10

Parámetros	Variedades			
	'Picholine marocaine'	'Haouzia'	'Arbequina'	'Manzanilla'
Longevidad ad. h. (días)	37,6±6,54	39,2±7,01	34,4±4,77	31,2±4,82
Fecundidad (huevos/2 hembras)	654,60±194,11a	877,00±265,63b	634,40±256,81a	526,60±279,01c
Duración media de la puesta (días)	33,8±5,93a	44,2±4,38b	37,0±7a	31,4±10,81a
Fertilidad (%)	39,81±7,83a	38,78±11,67a	63,90±13,20b	44,14±7,52a
Duración del desarrollo embrionario (días)	14,48±21,00a	16,95±22,01b	7,89±9,58c	10,08±12,61c
Duración del desarrollo de las larvas (días)	43,24±29,79a	49,08±33,48b	61,87±24,48b	55,82±22,11c
Descendientes hembra (n.º)	123a	240b	131c	137c
Descendientes macho (n.º)	105a	193b	107a	108a
Porcentaje de éxito (%)	6,97a	9,87b	7,50c	9,30b
Mortalidad embrionaria (%)	60,19±7,83a	61,22±11,67a	36,10±13,2b	55,86±7,52c
Mortalidad de las larvas (%)	81,92±2,14a	72,65±5,41b	87,50±2,85a	78,82±5,23b

Ad. m.: adultos macho, Ad. h.: adultos hembra

Los valores que incorporan la misma letra en una misma línea no difieren entre sí desde el punto de vista estadístico (análisis de la varianza unifactorial seguido por la prueba t de Student con un umbral del 5 %).

Fecundidad

En contacto con las variedades utilizadas, *E. olivina* comienza a poner huevos a partir del sexto día tras el comienzo del ensayo en 'Haouzia' y a partir del décimo día en las demás variedades (figura 4). La duración de

la puesta de huevos del algodón del olivo oscila entre 44 y 52 días en función de la variedad considerada y la puesta óptima se produce en la segunda semana en 'Picholine marocaine', la tercera semana en 'Arbequina' y 'Haouzia', y la cuarta semana en 'Manzanilla' (figura 4).

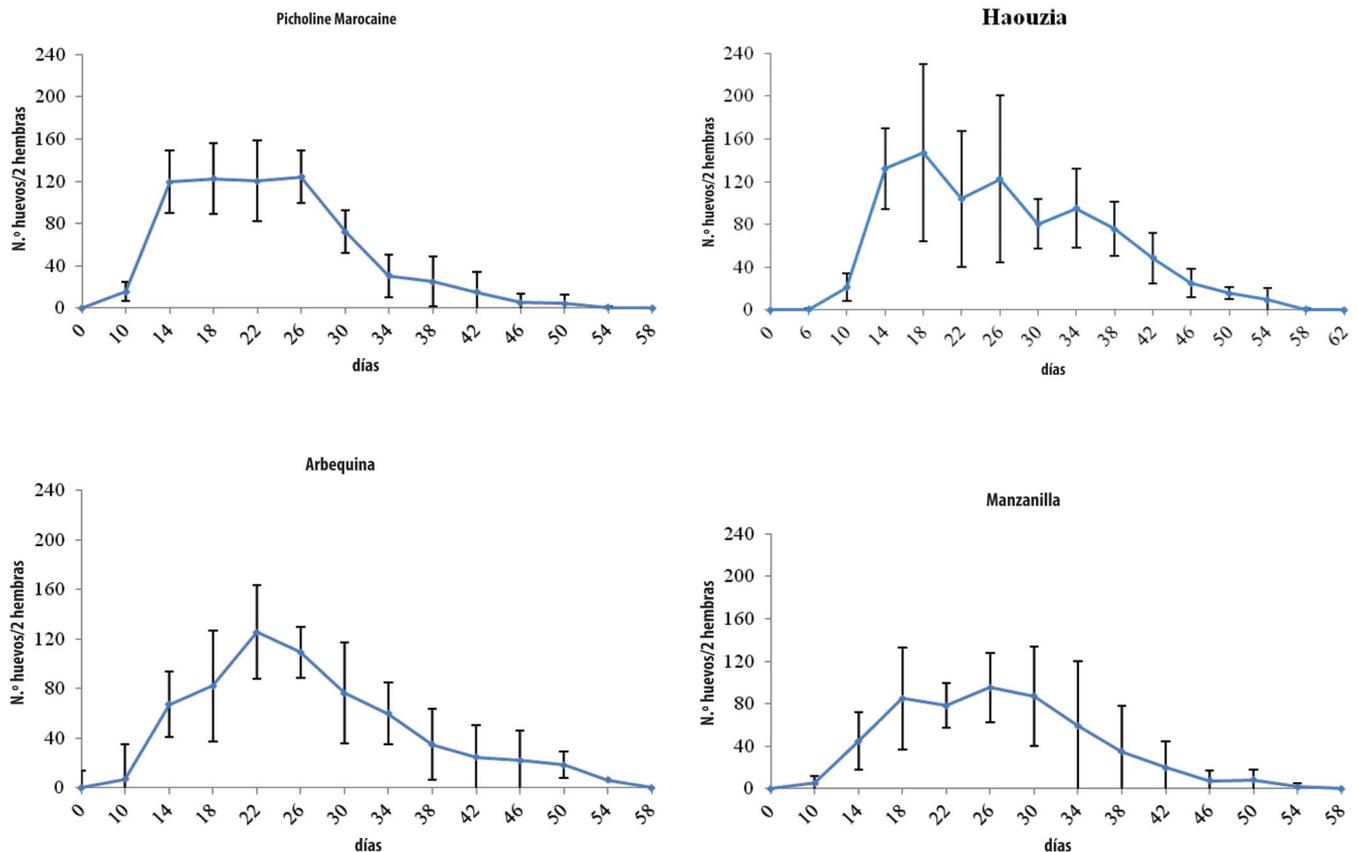


Figura 4: Cronología de la fecundidad de *E. olivina* criada en cuatro variedades de olivo cultivados en invernadero

El periodo de puesta más largo se encuentra en la variedad 'Haouzia' (cuadro 1). Durante el periodo de puesta de huevos, las fecundidades oscilan entre 191 y 1242 huevos/2 hembras, según la variedad, con una gran variabilidad entre individuos (coeficientes de variación de entre el 29,65 y el 52,98 %). Aunque no existen diferencias significativas entre las variedades estudiadas, la máxima fecundidad se observa en 'Haouzia' y la mínima en 'Manzanilla' (cuadro 1). La variedad 'Haouzia' es, por tanto, la variedad más favorable a la puesta de huevos de *E. olivina* (cuadro 1). En el presente ensayo, la fecundidad del algodón del olivo depende en gran medida de la longevidad de las hembras ($R^2 = 0,79$). Asadi *et al.* (2011) observaron que la fecundidad de *E. pakistanica* criada en laboratorio a 20 ± 1 °C, 60 ± 5 % de humedad relativa y un fotoperiodo de 16 : 08 horas (L : O) estaba influida por la variedad de olivo estudiada ('Fishomi', 'Shenge', 'Oil' y 'Yellow') y que la fecundidad máxima se registraba en 'Yellow' (398 ± 18 huevos/hembra) y la mínima en 'Oil' (151 ± 7 huevos/hembra), mientras que la fecundidad registrada en 'Fishomi' era de 189 ± 14 huevos/hembra. Según estos mismos autores, la fecundidad en la variedad 'Fishomi' criada en olivar únicamente era de $103,26 \pm 10,39$ huevos/hembra. Por otro lado, los trabajos sobre los efectos de la variedad de olivo en la fecundidad de *E. olivina* llevados a cabo por Zouiten

et al. (1998; 2000) y Zouiten y El Hadrami (2001) demostraron que, entre las variedades de olivo estudiadas ('Santa Catarina', 'Gordal', 'Lucques', 'Frontoio' y 'Arbequina'), 'Santa Catarina' y 'Gordal' eran más favorables a la puesta que las demás variedades estudiadas y que la diferencia registrada entre las fecundidades se explicaría por la acción de los compuestos fenólicos presentes en los tejidos del olivo (la oleuropeína, el hidroxitirosol y el ácido cafeico) sobre el insecto. Además, las observaciones de Zouiten *et al.* (2000; 2004) evidenciaron que el hidroxitirosol forma un posible compuesto fenólico involucrado en la interacción entre el olivo y la psila. Este compuesto puede actuar directamente como un potente inhibidor de la proteinasa o de la amilasa en el insecto, o indirectamente al activar los genes de las proteinasas en la planta hospedante y así lograr un efecto reductor del apetito en *E. olivina*, lo que afecta a su puesta de huevos y aumenta su porcentaje de mortalidad. De acuerdo con Simmonds (2001), la quercetina, un componente de los compuestos fenólicos, puede bloquear la puesta de huevos en algunos insectos. La duración de la puesta de huevos oscila entre 21 y 49 días, dependiendo de las variedades de olivo estudiadas. La duración más corta se encuentra en la variedad 'Manzanilla' ($31,4 \pm 10,81$ días) y la más larga en 'Haouzia' ($44,2 \pm 4,38$ días) (cuadro 1). Las duraciones de la

puesta del algodón del olivo no presentan diferencias relevantes desde el punto de vista estadístico. Ksantini *et al.* (2002) registraron una duración de la puesta de 37 días en el caso de *E. olivina* criada en laboratorio sobre ramas de olivo de la variedad 'Chemlali' sumergidas en una solución nutritiva de Knop, a una temperatura constante de 25 °C y una humedad relativa del 70 ± 5 % y con un fotoperiodo de días cortos (10 : 14). En el caso de *E. pakistanica* criada en laboratorio, la duración de la puesta de huevos está en torno a los 34 días (Asadi *et al.*, 2011).

Fertilidad

En este estudio, el intervalo de fertilidad se encuentra entre el 26,24 % y el 78,31 % de los huevos puestos en cada una de las variedades, con una gran variabilidad del 17,03 % al 30,08 %. El porcentaje de eclosión de los huevos difiere estadísticamente entre las variedades ($F_{\text{cal}} = 6,38 > F_{[0,05; 3 - 19]} = 3,24$). La tasa de fertilidad más elevada se ha registrado en 'Arbequina' ($63,90 \pm 13,20$ %) y la más baja en 'Haouzia' ($38,78 \pm 11,67$ %), mientras que en 'Manzanilla' y 'Picholine marocaine', la fertilidad registrada es de $44,14 \pm 7,52$ y $39,81 \pm 7,83$ % de los huevos puestos, respectivamente (cuadro 1). La duración del desarrollo embrionario de los huevos ha sido relativamente larga en 'Haouzia' ($16,95 \pm 22,01$), mientras que la duración más corta se ha registrado en 'Arbequina' ($7,89 \pm 9,58$) (cuadro 1). Estos resultados son similares a los obtenidos por Ksantini (1986), quien registró una duración del desarrollo embrionario de *E. olivina* de entre 7 y 14 días al pasar de 30 °C a 20 °C.

Desarrollo de las larvas

El desarrollo de las larvas de *E. olivina* ocurre en cinco estados. La máxima duración del desarrollo de las larvas se encuentra en 'Arbequina' ($61,87 \pm 24,48$) y la mínima, en 'Picholine marocaine' ($43,24 \pm 29,79$) (cuadro 1), lo que sugiere que esta última variedad es menos favorable al desarrollo de las larvas de *E. olivina*. Las tasas de mortalidad total de los estados larvarios de *E. olivina* criada en las cuatro variedades de olivo estudiadas se presentan en el cuadro 1. La comparación de los porcentajes de mortalidad por medio de la prueba de Student ha mostrado diferencias significativas entre las variedades: el porcentaje máximo se ha encontrado en 'Arbequina' ($87,50 \pm 2,85$ %) y el mínimo, en 'Haouzia' ($72,65 \pm 5,41$ %) (cuadro 1), con unos coeficientes de variación de 3,25 y 7,45 %, respectivamente. Esta última variedad favorece más el desarrollo de los estados inmaduros, como observaron Ouguas (1994) y Zouiten *et al.* (1998). La diferencia en las tasas de

mortalidad de los estados larvarios del algodón del olivo encontradas en las variedades estudiadas podría estar relacionada con la naturaleza y la abundancia de determinadas fracciones fenólicas presentes por separado en cada variedad. Estos compuestos pueden afectar a la capacidad digestiva del insecto y a su asimilación (Liu *et al.*, 2004) y, por tanto, provocar su muerte. En este sentido, Zouiten (2002) demostró, mediante análisis químicos realizados en cromatógrafo de líquidos de alta resolución (HPLC), que las fracciones constitutivas de los fenoles, en concreto la oleuropeína, la rutina y otros derivados de la quercetina, la luteolina-7-glucósido, el verbascósido y el hidroxitirosol, están presentes en distinta proporción en las diferentes variedades de olivo cultivadas en Haouz (Marruecos) y que presentan una fuerte influencia sobre los parámetros reproductivos de *E. olivina*. Ouguas *et al.* (2006) confirmaron estos hallazgos al tratar algodón del olivo criado en las variedades 'Ménara' y 'Arbequina' con compuestos fenólicos extraídos de brotes tiernos de la variedad 'Santa Catarina'. Por su parte, Asadi *et al.* (2011) demostraron el efecto de distintas variedades de olivo sobre los parámetros biológicos de *E. pakistanica*. En nuestro estudio, la elevada mortalidad observada en los distintos estados larvarios del insecto también se podría deber al intenso calor registrado durante el periodo del estudio: las temperaturas alcanzaron o superaron los 30 °C, que resultan letales para el algodón del olivo, durante 15 días de mayo y 17 días de junio de 2012 (figura 1). El efecto letal de las temperaturas elevadas sobre *E. olivina* ya fue observado por Chermi (1989), Tajnari (2001), Ksantini *et al.* (2002) y Ksantini (2003). Según estos últimos autores, la longevidad media de *E. olivina* disminuye a medida que la temperatura se acerca a los 30 °C o los supera. Amin *et al.* (2013) extrajeron la misma conclusión para *E. straminea* criada en laboratorio a tres temperaturas constantes (20, 25 y 30 °C).

Porcentaje de éxito

La emergencia de las hembras comienza en torno al 37.º día tras la puesta, mucho antes que la de los machos, en 'Picholine marocaine' y 'Haouzia', mientras que en 'Manzanilla' la aparición de ambos sexos no se produce hasta el 45.º día tras la puesta de huevos. Por el contrario, la emergencia de los machos en 'Arbequina' precede a la de las hembras, al producirse, respectivamente, los días 37.º y 45.º tras la puesta (figuras 5 y 6). El porcentaje de éxito registrado en las variedades 'Manzanilla', 'Arbequina' y 'Picholine marocaine' es de 9,30, 7,50 y 6,97 %, respectivamente, mientras que alcanza el 9,87 % de los huevos puestos en la variedad 'Haouzia'. Esta últi-

ma variedad es la más favorable para que *E. olivina* alcance el estado adulto (cuadro 1). El número de descendientes adultos macho y hembra obtenidos a partir de diez parejas por variedad de olivo es muy variable. El número máximo de adultos totales se ha observado en 'Haouzia' (433 individuos), con 240 adultos hembra, de los que el 50 % ha aparecido 63,21 días después de la puesta, y 193 adultos macho, de los que el 50 % se ha registrado a los 62,83 días de la puesta. En 'Manzanilla', el número total es de 245 adultos (137 hembras y 108 machos), de los que el 50 % ha aparecido 65,69 y 62,77 días tras la puesta, respectivamente, mientras que en 'Arbequina' el número total registrado es de 238 adultos (131 hembras y 107 machos), de los que el 50 % ha emergido 69,57 y 67,19 días tras la puesta, respectivamente.

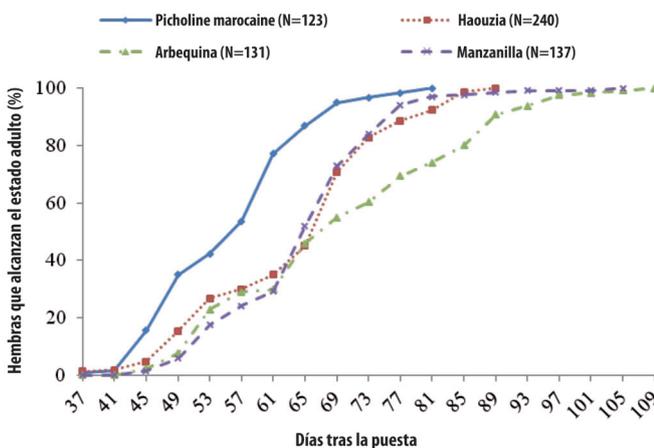


Figura 5: Cronología de la emergencia de adultos hembra de *Euphyllura olivina* en cuatro variedades de olivo

Efecto de la variedad sobre los parámetros demográficos

Las tasas de supervivencia por edad (l_x) de *E. olivina* en las cuatro variedades estudiadas se muestran en la figura 7. En ella se puede constatar que la variedad 'Haouzia' presenta un perfil de supervivencia distinto al de las demás variedades estudiadas. Las tasas de mortalidad más alta y más baja de los estados de desarrollo larvario se registran, respectivamente, en 'Arbequina' ($87,50 \pm 2,85$ %) y 'Haouzia' ($72,65 \pm 5,41$ %) (cuadro 1), lo que sugiere que esta última variedad es más adecuada para el desarrollo de los estados inmaduros de *E. olivina*. La tasa de mortalidad más elevada de las larvas se observa en el estado larvario L_5 , con un porcentaje máximo del 27,36 % en 'Picholine marocaine' y un porcentaje mínimo del 14,02 % en 'Haouzia'. Las curvas de supervivencia de *E. olivina* obtenidas para las cuatro variedades pertenecen al tipo 1 convencional. La especie sufre una elevada mortalidad en los

Finalmente, el menor número de emergencias se ha observado en 'Picholine marocaine', con 228 adultos (123 hembras y 105 machos), de los que el 50 % se ha registrado 55,71 y 55,52 días tras la puesta, respectivamente. En el presente ensayo, 'Haouzia' es la variedad más favorable al desarrollo de *E. olivina*. Le siguen, en este orden, 'Manzanilla', 'Arbequina' y 'Picholine marocaine' (cuadro 1). La variedad 'Picholine marocaine' es la que mejor tolera el ataque del algodón del olivo y produce una cantidad de biomasa mayor que las demás variedades examinadas (Smith, 2005). Nuestros resultados son similares a los obtenidos por Asadi *et al.* (2011) en condiciones controladas de laboratorio en Shiraz (Irán) para *E. pakistanica* criada en cuatro variedades de olivo ('Fishomi', 'Yellow', 'Oil' y 'Shenge').

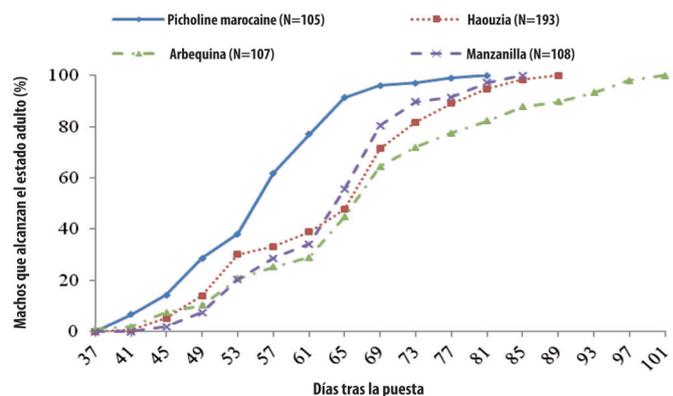


Figura 6: Cronología de la emergencia de adultos macho de *Euphyllura olivina* en cuatro variedades de olivo

primeros estados (huevos y larvas) (figura 7). Nuestros resultados son similares a los obtenidos por Asadi *et al.* (2011) con *E. pakistanica* criada en cuatro variedades de olivo ('Fishomi', 'Yellow', 'Oil' y 'Shenge'). Estos autores precisaron que el estado L_5 , que presenta una tasa de mortalidad más elevada que el resto de los estados larvarios del insecto, es el más vulnerable.

La fecundidad específica (m_x) oscila entre 1 y 29 hembras/día en 'Picholine marocaine', entre 1 y 62 en 'Haouzia', entre 1 y 21 en 'Arbequina' y entre 1 y 31 en 'Manzanilla' (figura 7). Las fecundidades máximas se registran 74, 78, 70 y 70 días tras la infestación de los plantones de 'Picholine marocaine' (29 hembras/día), 'Haouzia' (62 hembras/día), 'Arbequina' (21 hembras/día) y 'Manzanilla' (31 hembras/día), respectivamente. La variedad 'Haouzia' es, una vez más, la más propicia al insecto.

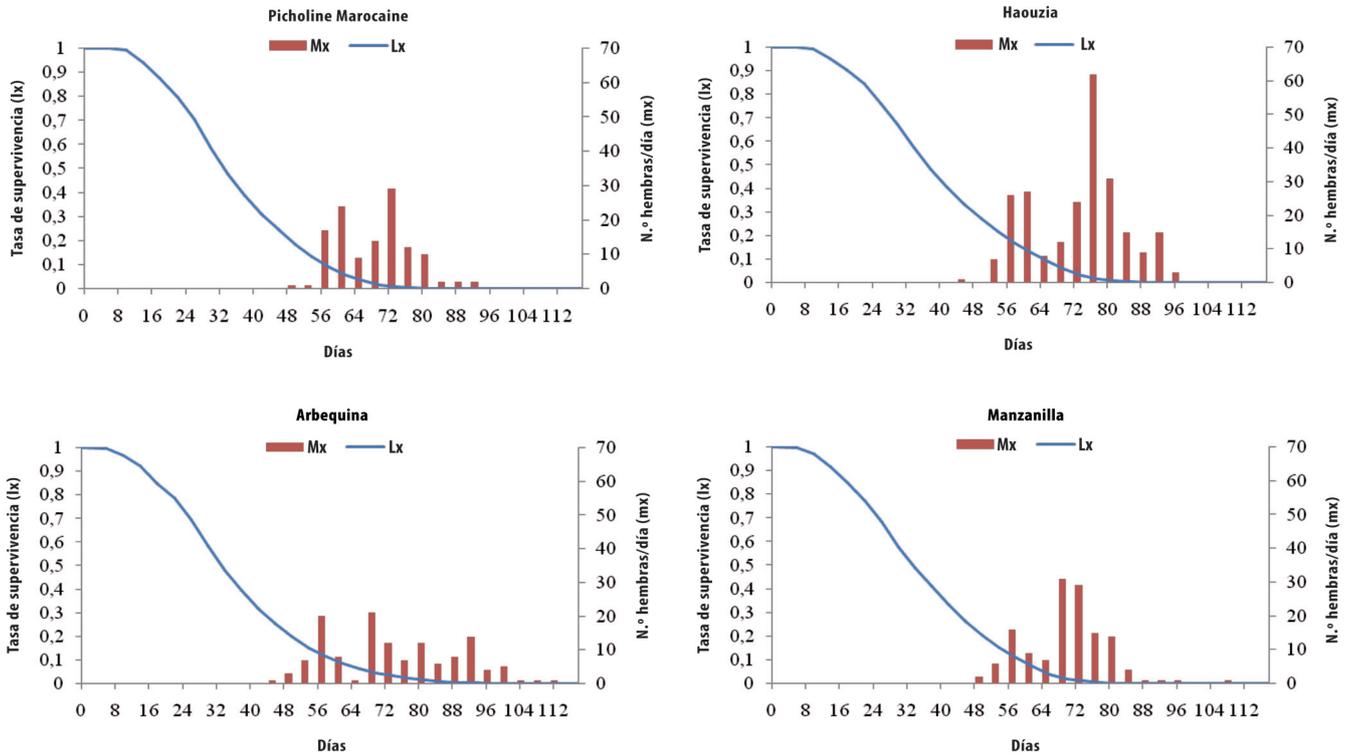


Figura 7: Evolución de la supervivencia (lx) y de las hembras sexualmente maduras (mx) de *E. olivina* en cuatro variedades de olivo

La esperanza de vida (*ex*) de *E. olivina* varía en función de la variedad y, dentro de una misma variedad, en función del estado de la evolución que se tenga en cuenta. En los huevos, oscila entre 1,91 días en la variedad ‘*Haouzia*’ y 2,80 días en la variedad ‘*Arbequina*’. En los demás estados, la esperanza de vida oscila entre 9,45 días en ‘*Arbequina*’ y 10,18 días en ‘*Haouzia*’. L_1 es el estado con la mayor esperanza de vida: entre 3,18 días en ‘*Manzanilla*’ y 3,41 días en ‘*Haouzia*’ (figura 8).

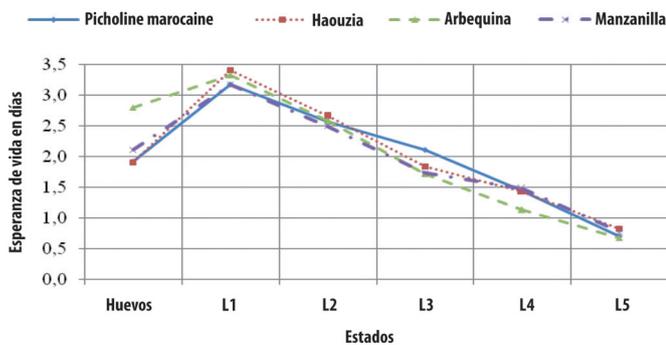


Figura 8: Esperanza de vida (*ex*) por estado de *Euphyllura olivina* criada en cuatro variedades de olivo

Los parámetros demográficos de las poblaciones de *E. olivina* (R_0 , r_m , λ , T , Dt y S) en las cuatro variedades se presentan en el cuadro 2. La tasa reproductiva neta (R_0) varía significativamente según la variedad estudiada ($F_{calculada} = 3,83 > F_{(0,05; 3 - 19)} = 3,24$). Las tasas más

elevadas se registran en ‘*Haouzia*’ ($24,00 \pm 6,35$) y las más bajas en ‘*Picholine marocaine*’ ($12,30 \pm 3,77$). La tasa intrínseca de crecimiento (r_m), que se considera un índice importante del rendimiento potencial de la población de *E. olivina*, está muy influida por la variedad ($F_{calculada} = 3,67 > F_{(0,05; 3 - 19)} = 3,24$). Varía entre $0,04 \pm 0,00$ individuos/día en ‘*Picholine marocaine*’ y $0,05 \pm 0,00$ individuos/día en ‘*Haouzia*’. Esta última variedad presenta un rápido crecimiento de la población del algodón del olivo. Los valores de r_m para *E. pakistanica* registrados por Asadi *et al.* (2011) en las variedades ‘*Fishomi*’, ‘*Yellow*’, ‘*Oil*’ y ‘*Shenge*’ son más elevados, de entre 0,14 y 0,17 individuos/día, mientras que Amin *et al.* (2013) observaron un r_m de 0,03 individuos/día en *E. straminea* criada a una temperatura constante de 25 °C. La tasa finita de crecimiento (λ) registrada para *E. olivina* también difiere significativamente entre las cuatro variedades ($F_{calculada} = 3,68 > F_{(0,05; 3 - 19)} = 3,24$). Así, es de $1,04 \pm 0,01$ hembras/día en ‘*Arbequina*’ y ‘*Manzanilla*’, de $1,05 \pm 0,00$ hembras/día en ‘*Picholine marocaine*’ y de $1,05 \pm 0,01$ hembras/día en ‘*Haouzia*’. Nuestros resultados son similares a los obtenidos por Asadi *et al.* (2011), quienes observaron valores de λ que oscilaban entre 1,15 y 1,18 hembras/día en *E. pakistanica* criada en cuatro variedades de olivo. Por su parte, Amin *et al.* (2013) obtuvieron un valor de 1,03 hembras/día para *E. straminea* criada a una temperatura constante de 25 °C. La duración media de la generación (T) es de $57,73 \pm 8,79$ días en

'*Picholine marocaine*' y de $69,76 \pm 14,90$ días en '*Arbequina*'. Por el contrario, en las otras dos variedades, el valor del parámetro T no presenta diferencias desde el punto de vista estadístico. Amin *et al.* (2013) registraron una duración media de una generación de 53,50 días para *E. straminea* a una temperatura constante de 25 °C. El tiempo de duplicación de la población (Dt) estadísticamente más elevado se observa en '*Arbequina*' (18,82 días) y el más corto, en '*Haouzia*' (14,19 días), lo que sugiere que esta variedad favorece más a la duplicación de la población del insecto. Por lo que respecta a la proporción de sexos, la proporción máxima de machos por hembra se encuentra en '*Pi-*

choline marocaine' (0,85) y la mínima, en '*Manzanilla*' (0,79). Amin *et al.* (2013) registraron una proporción de sexos de, aproximadamente, 0,93 para *E. straminea* criada a una temperatura constante de 25 °C. Sin embargo, la proporción de sexos obtenida en condiciones controladas puede diferir de la observada en la naturaleza. En condiciones naturales, las poblaciones de *E. olivina* no solo están controladas por factores abióticos, sino también por numerosos depredadores (insectos, arañas y ácaros). Además, la proporción de sexos en la población del algodón del olivo también puede disminuir como consecuencia de la mayor longevidad de las hembras.

Cuadro 2: Parámetros demográficos de *E. olivina* criada en cuatro variedades de olivo

Parámetros	Variedades			
	'Picholine marocaine'	'Haouzia'	'Arbequina'	'Manzanilla'
Tasa reproductiva neta (R_0) (♀/generación)	12,30±3,77a	24,0±6,35b	13,10±6,94a	13,70±7,49a
Tasa intrínseca de crecimiento (r_m : ♀/♀/día)	0,04±0,00a	0,05±0,00b	0,04±0,01a	0,04±0,01a
Tasa finita de crecimiento (λ : ♀/♀/día)	1,04±0,00a	1,05±0,00b	1,04±0,01a	1,04±0,01a
Duración media de la generación (T : días)	57,73±8,79a	66,03±11,47b	69,76±14,90c	65,91±9,50b
Tiempo de duplicación de la generación (Dt : días)	15,99±1,50a	14,44±1,41a	20,52±4,61b	19,39±5,30b
Proporción de sexos (S)	0,85a	0,80b	0,82a	0,79b

Los valores que incorporan la misma letra en una misma línea no difieren entre sí desde el punto de vista estadístico (análisis de la varianza unifactorial seguido por la prueba de Scheffé con un umbral del 5 %).

La variabilidad en estos parámetros de crecimiento de la población de *E. olivina* puede estar relacionada con factores intrínsecos y extrínsecos, concretamente, las temperaturas registradas durante el ensayo y las diferencias morfológicas (densidad de los brotes, forma y color de las hojas, grosor de la cutícula, etc.); y químicos (presencia de moléculas aleloquímicas) en las variedades estudiadas (Syed y Abro, 2003), lo que puede tener una gran influencia sobre su resistencia al algodón del olivo, como demostraron Zouiten *et al.* (2001) en distintas variedades de olivo.

Por último, la consideración conjunta de todos los parámetros biológicos y demográficos de *E. olivina* medidos en las cuatro variedades estudiadas permite clasificarlas en función de su sensibilidad al algodón del olivo (figura 9). Así, cabe deducir que '*Haouzia*' es la variedad que más favorece el desarrollo del insecto, seguida por '*Manzanilla*', '*Arbequina*' y '*Picholine marocaine*', lo que permite suponer una sensibilidad diferente a esta plaga según la variedad.

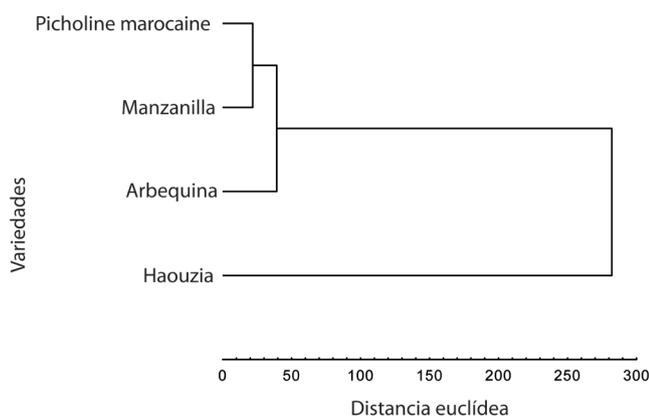


Figura 9: Diagrama de árbol de las cuatro variedades hospedantes de *Euphyllura olivina* en función de sus parámetros biológicos y demográficos medidos (método de Ward)

Conclusiones

La resistencia varietal es un método de control compatible con la lucha química y biológica sin efectos negativos sobre el medio ambiente y el consumidor en un contexto de desarrollo sostenible (Wilson y Huffaker, 1976; Razmjou *et al.*, 2006). Además de ser compatible con la lucha química, influye en la dinámica de las poblaciones de las plagas al afectar a sus tasas intrínsecas de crecimiento y aumenta la eficacia de sus enemigos naturales (Greenberg *et al.*, 2001; Smith, 2005; Razmjou *et al.*, 2006; 2013). Este estudio ha demostrado que las variedades objeto del ensayo han influido en los parámetros de crecimiento de las poblaciones de *E. olivina* y permite deducir que la variedad 'Haouzia' es más favorable al desarrollo de la población del algodón del olivo que el resto de las variedades estudiadas. En dicha variedad, el insecto presenta una longevidad mayor y su puesta de huevos es más numerosa. Además, su tasa reproductiva neta y su tasa intrínseca de crecimiento son más elevadas. Este último parámetro (r_m) se emplea con frecuencia para determinar el nivel de resistencia de las plantas a los insectos (Van Lenteren y Noldus, 1990; Razmjou *et al.* 2006). La sensibilidad de la variedad 'Haouzia' puede deberse a una mayor presencia de elementos nutritivos en esta variedad o a un mayor contenido de sustancias aleloquímicas en el resto de variedades estudiadas. Los datos permiten concluir que las variedades 'Arbequina', 'Manzanilla' y 'Picholine marocaine' son menos favorables a la infestación por *E. olivina*, puesto que los valores de los parámetros estudiados son relativamente bajos, en especial en la variedad 'Picholine marocaine', lo que sugiere una presencia probable de sustancias aleloquímicas que actúan como agentes antixenóticos o antibióticos en esta variedad, que ocupa más del 86 % de la superficie des-

tinada al cultivo del olivo. Por estos motivos, se recomienda como variedad de preferencia para los nuevos olivares. Queda, sin embargo, pendiente de determinar el efecto del algodón del olivo sobre la producción oleícola en olivares productivos, así como las sustancias aleloquímicas que intervienen en la resistencia varietal.

Referencias bibliográficas

- Abou-Setta, M. M., Sorrell, R. W. et Childers, C. C., (1986). Life - 48, A Basic-Computer Program to calculate life parameters for insect or mite species. *Florida Entomol.*, **69** (4): 690-697.
- Amin, A.H., Helmi, A., El-Wan, E.A. et Youssef, A.S., (2013). Bionomic and life table parameters of olive psyllid, *Euphyllura straminea* on olive seedlings under three constant temperatures. *Munis Entomology & Zoology*, **8** (1): 294-30.
- Arambourg Y., (1964). Caractéristiques du peuplement entomologique de l'olivier dans le Sahel de Sfax. *Ann. Int. Nat. Rech. Agron. Tunisie*, **37**: 1 - 140.
- Arambourg, Y., (1985). Olive tree psylla, *Euphyllura olivina* Costa. Olive tree entomology. *Nat. Agric. Res. Instit., Spain*, **27**: 261-268.
- Arambourg Y. et Chermiti B., (1986). *Euphyllura olivina* Costa, Psyllidae. In traité d'Entomologie Oléicole. Conseil Oléicole International. Espagne : 163 - 171.
- Asadi R., (2010). Bioecology of olive psyllid *Euphyllura pakistanica* (Hemiptera, Psyllidae) and its parasitoid *Psyllaephagus zdeneki* (Hymenoptera, Encyrtidae) in Fars province. *Ph.D. Thesis*, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran : 167 p.
- Asadi R., Talebi A., Khalghani J., Fathipour Y., Moharramipour S., Burckhardt D., (2011). Comparative development and demographic parameters of *Euphyllura pakistanica* on four olive variétés. *Bulletin of Insectology* **64** (2): 159-165.
- Awmack C.S. et Leather S.R., (2002). Host plant quality and fecundity in herbivorous insects. *Annual review of entomology*. **47**: 817-881.
- Berenbaum M.R., (1995). The chemistry of defense: theory and practice. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, **92**: 2-8.
- Boulouha B., Loussert R., Saadi R., (1992). Étude de la variabilité phénotypique de la variété «Picholine marocaine» dans la région du Haouz. *Olivae* **43** : 30-33.
- Burckhardt D., Hodkinson I. D., (1985). Visitors to the garden festival. *Antenna*, **9**: 2.
- Burckhardt D., (2009). Fauna Europaea: Psylloidea. Fauna Europaea version 2.1. [online] URL <http://www.faunaeur.org>.
- Cai Q. N., Zhang W. et Cheo M., (2004). Contribution of indole alkaloids to *Sitobion avenae* (F.) resistance in wheat. *Journal of Applied Entomology* **128** (8): 517-528.

- Carey J., (1993). Applied demography for biologists with special emphasis on insects.-Oxford University Press, Oxford, U.K.: 206 p.
- Carey J., (2001). Insect biodemography. *Annual Review of Entomology*, **46**: 79-110.
- Cates R.G., (1980). Feeding patterns of monofagous, oligophagous and polyphagous insect herbivores: The effect of resource abundance and plant chemistry. *Oecologia*, **46**: 22-31.
- Catling H.D., (1972). The bionomics of the South Africa citrus psylla, *Trioza erythrae* Del Guercio (Homoptera : Psyllidae). Final population studies and discussion of population dynamics. *J. Entomol. Soc. S. Afr.* **35**: 235-251.
- Chermiti B., (1983). *Contribution à l'étude bioécologique du Psylle de l'olivier Euphyllura olivina Costa (Hom ; Psyllidae) et de son endoparasite Psyllaephagus euphyllurae Silv. (Hym ; Encyrtidae)*. Thèse Doctorat Ingénieur, Université d'Aix-Marseille, France : 34 p.
- Chermiti B., (1989). *Dynamique des populations du psylle de l'olivier E. olivina, en conditions méditerranéennes*. Thèse Doctorat Es-Sciences, Université d'Aix-Marseille, France : 224 p.
- Conseil oléicole international, (2000). *Catalogue mondial des variétés d'olivier*, Madrid (Espagne) : 360 p.
- Conseil oléicole international, (2007). *Techniques de production en oléiculture*. Édition 2007. ISBN: 978-84-931663-8-0. Madrid (Espagne) : COI. : 346 p.
- Cotes B., Ruano F., Garcva P., Pascual F., Tinaut A., Pepa A. et Campos M., (2007). Differences in insects within the olive orchard agroecosystem under integrated management regime in south Spain. *Bulletin OILB/SROP* **30**: 47 p.
- Dibou A., Ksantini M. et Raptopoulos D., (2010). Essais de l'efficacité du bioinsecticide tetrastop en vue d'un contrôle biologique du psylle de l'olivier *Euphyllura olivina* Costa (Homoptera, Psyllidae). *Revue Ezzaitouna* **11** (1): 10 p.
- Elboustani E., Elmodafar C., Boulouha B. et Serrhini M.N., (1998). Accumulation de flavanes et de phénols pariétaux dans les tiges de l'olivier (*Olea europaea*) inoculées par *Verticillium dahliae*. Comm. 2nd International Electronic Conference on Synthetic Organic Chemistry (ECSOC-2).
- Ezzahiri B., Bouhache M., Mihi M., (2013). *Index phytosanitaire Maroc*. 10^{ème} Edition. Rabat- Institut: Association Marocaine de Protection des Plantes, ISBN : 978 9954 582 015: 304p. <http://www.amppmaroc.org/fr/publications.html>
- Farahbakhch G. et Moini M., (1975). *Olive pests in Iran*. Plant Pests and Diseases Research Institute, National Agricultural Research Organisation, Ministry of Agriculture and Natural Resources, Tehran, Iran : 73 p.
- Feeny P., (1976). Plant apparency and chemical defense. *Recent Adv. Phytochem*, **10**: 1-40.
- Geiger C., Gutierrez A., (2000). Ecology of *Heteropsylla cubana* (Homoptera: Psyllidae): psyllid damage, tree phenology, thermal relations, and parasitism in the field. *Environmental Entomology*, **29** (1): 76-86.
- Gershenzon J. et Croteau R., (1991). Terpenoids. In: *Herbivore: their interactions with secondary plant metabolites*, 2Ed, Vol. I: *The chemical participants*. Edited par G.A. Rosenthal et M.R. Berenbaum. Academic Press Inc. London: 165-219.
- Gharbi N., Dibo A. et Ksantini M., (2012). Observation des populations d'arthropodes durant la période de pullulation du psylle de l'olivier dans les oliveraies tunisiennes. *Tunisian Journal of Plant Protection* **7**: 27-34.
- Greenberg S.M., Sappington T.W., Legaspi B.C., Liu T.X., Setamou M., (2001). Feeding and life history of *Spodoptera exigua* (Lepidoptera : Noctuidae) on different host plants. *Ann. Entomol. Soc. Am.* **94**: 566-575.
- Harborne J.B., (1990). Role of secondary metabolites in the chemical defense mechanisms in plants. Bioactive compounds from plants. Ciba Foundation Symposium 154. Chichester, Wiley : 126 p.
- Harborne J.B., (1993). *Introduction to chemical ecology*, 4^{ème} édition, Academic press, London: 317 p.
- Hilal A., Tajnari H., Sekkat A. et Chemseddine M., (1997). Mise en évidence d'une diapause de reproduction de psylle de l'olivier *Euphyllura olivina* costa (Homoptera, Psyllidae). *Al Awamia*, **98**: 23-33.
- Hodkinson I. D., (1974). The biology of the psyllodea (Homoptera): a review-*Bulletin of Entomology Research*. **64**: 325-339.
- Jallow M.F.A., Cunningham J.P., Zalucki M.P., (2004). Intra-specific variation for host plant use in *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera : Noctuidae): implications for management. *Crop. Prot.* **23**: 955-964.
- Jardak T., Moalla M., Khalfallah H. et Smiri H., (1985). Essais d'évaluation des dégâts causés par le psylle de l'olivier *Euphyllura olivina* (Homoptera : Psyllidae) Données préliminaires sur le seuil de nuisibilité. *Proc. CEC/FAO/IOBC. Int. Joint Meeting, Pisa (Italy)*: 270-284.
- Jarraya A., (2003). Principaux nuisibles des plantes Cultivées et des denrées stockées en Afrique du Nord. Leur biologie, leurs ennemis naturels, leurs dégâts, leur contrôle. Edition Climat Publications, Tunis (TN) : 415 p.
- Jonas J.L. et Joern A., (2008). Host-plant quality alters grass/forb consumption by a mixed-feeding insect herbivore, *Melanoplus bivittatus* (Orthoptera, Acrididae). *Ecological Entomology*, **33**: 546-554.
- Kapatou E. T., Stratopoulou E. T., (1996). Demographic study of the reproductive potential of pear psylla, *Cacopsylla pyri*. *Entomologia Experimentalis et applicata*, **80**: 497-502.

- Kaplan, E. L., Meier, P. (1958). Nonparametric estimation from incomplete observations. *J. Amer. Statist. Assn.* **53**: 457-481.
- Karley A.J., Douglas, A.E. et Parker, W.E., (2002). Amino acid composition and nutritional quality of potato leaf phloem sap for aphids. *Journal physiology*, **53**: 96-103.
- Kovanci B., Kumral N. A., Akbudak B., (2005). The population fluctuation of *Euphyllura phillyrae* Foerster (Homoptera: Aphalaridae) in olive orchards of Bursa, Turkey. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, **19**: 1-12.
- Ksantini M., Jardak T. et BouAïn A., (2002). Temperature Effect on the Biology of *Euphyllura olivina* Costa. *Acta Horticulturae* **586**: 827-829.
- Ksantini M., (1986). Contribution à l'étude de l'influence des températures constantes sur le développement de l'œuf du psylle de l'olivier *Euphyllura olivina* Costa (Homoptera : Psyllidae). *Ed. FAO, La protection phytosanitaire de l'olivier* : 133-160.
- Ksantini M., (2003). *Contribution à l'étude de la dynamique des populations du psylle de l'olivier Euphyllura olivina* Costa (Homoptera, Aphalaridae) et de sa nuisibilité dans la région de Sfax. Thèse de Doctorat en Sciences biologiques, Fac. Sc. Sfax : 267p.
- Lamb R.J., (1989). Entomology of oilseed Brassica crops. *Annu. Rev. Entomol.*, **34**: 211-229.
- Li Y., Hill C. B., Hatman G. L., (2004). Effect of three resistant soybean genotypes on the fecundity, mortality and maturation of soybean aphid (Homoptera : Aphididae). *Journal of Economic Entomology*, **97**: 1106-1111.
- Liu Z. D., Li D. M., Gong P. Y. et Wu K. J., (2004). Life table studies of the cotton bollworm, *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera : Noctuidae), on different host plants. *Environmental Entomology*, **33**: 1570-1576.
- Loginova M. M., (1972). On the fauna of Psylloidea (Homoptera) from Morocco. *Commentationes Biologicae*, **47**: 1-37.
- Loginova M. M., (1976). Psyllids (Psylloidea, Homoptera) of the Canary Islands and Madeira. *Commentationes Biologicae*, **81**: 1-37.
- Malumphy C., (2011). Olive psyllid *Euphyllura olivina* (Homoptera : Psyllidae), a Mediterranean pest of olive breeding outdoors in Britain. *British Journal of Entomology and Natural History*, **24** (1): 17-21.
- Mathur R. N., (1975). Psyllidae of the Indian Subcontinent. Indian Council of Agricultural Research, New Delhi (India) : 429 p.
- Meehan T.D., Werling B.P., Landis D.A., Gratton C., (2011). Agricultural landscape simplification and insecticide use in the Midwestern United States. *Proceedings of the National Academy of Science USA*.2011; **108**:11500-11505. doi : 10.1073/pnas.1100751108.
- Meftah H., Boughdad A., Bouchelta A., (2011). Effet biocide des extraits aqueux bruts de *Capsicum frutescens*, *Melia azedarach* et *Peganum harmala* sur *Euphyllura olivina* Costa (Homoptera, Psyllidae) en verger. *Cahiers Agricultures*, **20** : 463-7. doi : 10.1684/agr.2011.0531
- Meftah H., Boughdad A., Bouchelta A., (2014). Infestation et cycle biologique d'*Euphyllura olivina* Costa (Homoptera, Psyllidae) au centre du Maroc. *ScienceLib Éditions Mersenne* : **6**, N° 140402 ISSN 2111-470.
- Metraux J.P. et Raskin I., (1993). Role of phenolics in plant disease resistance. In: *Biotechnology in plant disease control*, wiley-liss, Inc. : 191p.
- Michaleck S., Treutter D., Mayr U., Lux endricha A., Gutmann M. et Feucht W., (1996). Role of flavan-3-ols in resistance of apple trees to *Venturia inaequalis*. *Polyphenols comm.* **2**: 347.
- Morgan, D., Walters, K.F.A. and Aegerter, J.N., (2001). Effect of temperature and cultivar on pea aphid, *Acyrtosiphon pisum* (Homoptera: Aphididae) life history. *Bulletin of Entomological Research*, **91**: 47-52.
- Nielsen J.K., Dalgaard L., Larsen L.M., Sorensen H., (1979). Host plant selection of the horse-radish flea beetle, *Entomoscelis americana*. *J. Comp. Physiol.*, **132**: 167-178.
- Ouguas Y., (1994). Effet de la variété d'olivier sur la fécondité du Psylle : *Euphyllura olivina* Costa (Hom., Psyllidae). Rapport de titularisation, INRA, Marrakech : 19 p.
- Ouguas Y. et Hilal A., (1995). Effet de la plante hôte (variété d'olivier) sur la fécondité du psylle *Euphyllura olivina* Costa (Hom., Psyllidae) 9^{ème} Consultation du réseau Coopératif Interrégional de Recherche sur l'Olivier. *Tunisie 20-23/9/1995* : 6 p.
- Ouguas, Y., Hilal, A., El Hadrami I., (2006). Infestation de l'olivier par le psylle, *Euphyllura olivina* Costa (Homoptera, Psyllidae) et effet biocide des extraits phénoliques oléicoles sur ses adultes dans le Haouz. *Al Awamia, Revue de la Recherche Agronomique Marocaine.* (**118-119**): 3-19.
- Pilson D., (2000). The evolution of plant response to herbivory: simultaneously considering resistance and tolerance in *Brassica rapa*. *Evolutionary Ecology*, **14**: 457-489.
- Razmjou J., Moharrampour S., Fathipour Y., Mirho-seini S., (2006). Effect of cotton cultivar on performance of *Aphis gossypii* (Homoptera : Aphididae) in Iran. *Journal of Economic Entomology*, **99**: 1820-1825.
- Razmjou J., Hemati S.A., Naseri B., (2013). Comparative performance of the cotton bollworm, *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera : Noctuidae) on various host plants. *J. Pest. Sci.* : 9 p. doi 10.1007/s10340-013-0515-9.
- Reboulet J.N., (1999). Les auxiliaires entomophages, reconnaissance, méthodes d'observation et intérêt éco-

nomique. *ACTA* : 131 p.

Sarfraz M., Dosdall L.M., Keddie B.A., (2006). Diamondback moth-host plant interactions: implications for pest management. *Crop Prot.* **25**: 625–636.

Schoonhoven L.M., (1981). Chemical mediators between plants and phytophagous insects. In : Nordlund D.A., Jones R.L., Lewis W.J. *Semiochemicals, Their role in pest control*, J. Wiley et sons, New York : 31-50.

Schroeder R. et Hilker M., (2008). The relevance of background odor in resource location by insects: A behavioral approach. *Bioscience* **58**: 308-316.

Sekkat A., (2001). Pests of olive plant in the nursery. Multiplication et certification des plants d'olivier: un nouvel enjeu pour l'oléiculture du 3^{ème} millénaire. In: Actes du Séminaire International. CAB International, Meknès, Maroc.

Seljak G., (2006). An overview of the current knowledge of jumping plant-lice of Slovenia (Hemiptera: Psylloidea). *Acta Entomologica Slovenica*, **14**: 11-34.

Simmonds M.S.J., (2001). Importance of flavonoïds in insect-plant interactions: feeding and oviposition. *Phytochemistry*, **56**: 245-252.

Smith C. M. (2005). *Plant resistance to arthropods*. Edition Springer, the Netherlands : 423p.

Smith C.M. et Clément S. L., (2012). Molecular Bases of Plant Resistance to Arthropods. *Annual Review of Entomology*. **57**: 309-28. doi : 10.1146/annurev-ento-120710-100642.

Srinivasan R. et Uthamasamy S., (2005). Trichome Density and Antibiosis Affect Resistance of Tomato to Fruitborer and Whitefly Under Laboratory Conditions. *Journal of Vegetable Science*, **11**(2): 15 p.

Stamp N., (2003). Out of the Quagmire of plant defense hypotheses. *The Quarterly Review of Biology*, **78**: 23-55.

Southwood T.R.E., Henderson P.A., (2000). *Ecological methods*, 3rd ed. Blackwell Science, Oxford : 592 p.

Syed T.S., Abro G.H., (2003). Effect of Brassica vegetable hosts on biology and life table parameters of *Plutella xylostella* under laboratory conditions. *Pak. J. Biol. Sci.* **6**: 1891–1896.

Tajnari H., (2001). Étude de la nuisibilité du psylle de l'olivier, *Euphyllura olivina* Costa. Symposium sur la Protection Intégrée des Cultures dans la région Méditerranéenne, DPVCTRE, Rabat, Maroc : 17-21.

Tamesse L.J. et Messi J., (2004). Facteurs influençant la dynamique des populations du psylle africain des agrumes *Trioza erytrae* Del Guercio (Hemiptera: Triozidae) au Cameroun. *International Journal of Tropical Insect Science*, **24** (3): 213–227.

Van Asch M. et Visser M.E., (2007). Phenology of forest caterpillars and their host trees: the importance of synchrony. *Annual Review of Entomology*. **52**: 37-55.

Van Emden H.F., (1995). Host plant-Aphidophaga

interactions. *Agr.Ecosys. Environ.*, **52**: 3-11.

Van Lenteren J. C. et Noldus L. P. J. J., (1990). Whitefly-plant Relationship: Behavioral and Biological Aspects. In: Gerling, D. (Eds.), *Whitefly: Their Bionomics, Pest Status and Management*. Intercept, Andover, U. K. : 47-89.

Villalpando, S. N., Williams R. S., et Norby R. J., (2009). Elevated air temperature alters an old-field insect community in a multifactor climate change experiment. *Global Change Biology*, **15**: 930–942.

Wilkinson T.L. et Douglas A.E., (2003). Phloem amino acids and the host plant range of the polyphagous aphid, *Aphis fabae*. *Entomologia Experimentalis and applicata*, **106**: 103-113.

Wilson F. et Huffaker C. B., (1976). The Physiology, Scope and Importance of Biological Control. In: Huffaker, C. H. and Messenger, P. S. (Eds.), *Theory and Practice of Biological Control*. Academic Press, New York : 3-15.

Zalucki M.P., Clarke A.R., Malcolm S.B., (2002). Ecology and behavior of first instar larval Lepidoptera. *Annu. Rev. Entomol.* **47**: 361–393.

Zouiten N., Ougass Y., Iachqer K., Hilal A., El Hadrami I., (1998). Les composés phénoliques sont-ils impliqués dans l'interaction Olivier-Psylle? *2nd International Electronic Conference on Synthetic Organic Chemistry (ECSOC-2)*, <http://www.mdpi.org/ecsoc/>, September 1-30, 1998

Zouiten N., Ougass Y., Hilal A., Ferrière N., Macheix J.J. et El Hadrami I., (2000). Interaction Olivier-Psylle: caractérisation des composés phénoliques des jeunes pousses et des grappes florales et relation avec le degré d'attraction ou de répulsion des variétés. *Agrochimica*, **44** (1-2): 1-12.

Zouiten N, El Hadrami I, (2001). Le psylle de l'olivier : état des connaissances et perspectives de lutte. *Cahiers Agricultures* **10**: 225-32.

Zouiten N., Ferrière N., Hilal A., El Hadrami I., (2001). In : Hamon Serge (ed.). *Des modèles biologiques à l'amélioration des plantes*. Paris : IRD, p. 707-708. Journées scientifiques du réseau AUF "Biotechnologies végétales : amélioration des plantes et sécurité alimentaire". 7, 2000-07-03/2000-07-05, Montpellier, France.

Zouiten N., (2002). Interaction olivier-psylle : caractérisation des composés phénoliques dans l'attraction/répulsion des variétés d'olivier (*Olea europea* L.) vis-à-vis de l'insecte (*Euphyllura olivina* Costa). Thèse Doctorat Physiopathologie, Faculté des Sciences Semlalia, Marrakech: 166 p.

Zouiten N., Hilal A. et El Hadrami I., (2004). 3, 4-Dihydroxyphenylethanol, a potential repelling compound implicated in the interaction of Olive Tree-Psyllid. *Journal of Entomology*, **1**(1) : 40-46.

La Diversidad Genética del Olivo en los Países Árabes a través del Centro de Conservación Nacional del Olivo de Boughrara (Sfax, Túnez)

Fathi Ben Amar¹, Mona Ayachi Mezghani², Abdel Majeed Yengui³,
Noureddine Benbelkacem⁴

^{1,2,3,4} Instituto del Olivo
Route de l'Aéroport Sfax Km 1,5 – BP 1087 – Sfax
República de Túnez
Correo electrónico:
fathibenamar@yahoo.fr

Resumen

El Banco de Germoplasma del Olivo (Sfax, en Túnez) se estableció en el año 1992 en Boughrara (Sfax, en Túnez). El objetivo de este centro es proteger el germoplasma del olivo de su extinción, así como utilizarlo para la mejora genética de las diferentes variedades, siendo considerado uno de los bancos más importantes del área mediterránea. Desde el comienzo de su andadura, el banco se ha enriquecido con cada genotipo nuevo obtenido, ya sea de una variedad autóctona o foránea. Actualmente, se compone de 201 genotipos y variedades - 24 injertados y 177 propagados por estaquillado - de los cuales 147 son de origen tunecino y 54 de origen foráneo.

Los países árabes representados en el Banco son: Siria, Marruecos, Argelia, Libia y el Líbano, con un número de genotipos que no sobrepasa, en el mejor de los casos, de las seis variedades. El seguimiento de la producción de aceitunas por árbol durante el período 2007-2013 demuestra la superioridad de las variedades marroquíes y argelinas, con una media de entre 4,3 y 12,84 kg, en comparación con las libias, libanesas y sirias, lo que nos lleva a afirmar que las variedades magrebíes se adaptan mejor al clima tunecino. Algunas de las variedades árabes presentes en el Banco han formado parte del Programa de Mejora del Germoplasma de la variedad *Chemlali de Sfax* consistente en la hibridación acelerada con las variedades "Sigoise" y "Suri" (libanés), obteniendo 54 y 59 híbridos, respectivamente. Todos ellos se encuentran actualmente en fase de producción y en proceso de evaluación para seleccionar aquéllos cuyos aceites contengan la mejor composición acídica.

Introducción

En Túnez, el cultivo del olivar se considera como una de las actividades agrícolas más importantes, con una superficie de 1.800.000 de hectáreas, contando con 70.000.000 árboles (Consejo Oleícola Internacional, 2012). La media anual de exportaciones de aceite de oliva fue de 118.000 toneladas durante el período 2001-2010, situando a Túnez en segundo lugar a nivel mundial tras la Unión Europea (Consejo Oleícola Internacional, 2012). Estas cifras representan el 40 % del total las exportaciones agrícolas tunecinas (Consejo Oleícola Internacional, 2012).

La prospección del patrimonio genético del olivo se lleva a cabo en Túnez desde hace muchos años, pero se ha intensificado desde la creación del Instituto del Olivo en 1983. Las primeras fuentes de documentación tunecinas sobre el patrimonio genético fueron publicadas por Mehri y Hellali (1995) quienes describen detalladamente 15 variedades autóctonas y otras tres foráneas. En 2002, se publicó una segunda catalogación de Trigui y Msallem (2002) en la que se presenta la descripción de 56 variedades autóctonas.

La caracterización fenotípica englobó los siguientes órganos del olivo: hoja, fruto, inflorescencia y hueso. La caracterización fenotípica se inició a nivel internacional por la FAO (1981) y por Rallo y Barranco (1984). Posteriormente, esta caracterización fue desarrollada en los estudios del Consejo Oleícola Internacional (1997), el cual determinó hasta 30 caracteres fenotípicos en función de la hoja (4), el fruto (10), el hueso (10), la inflorescencia (2) y el árbol (4). Partiendo de esta premisa, fue emitido un catálogo más amplio, con 134 variedades de olivos pertenecientes a 23 países (Consejo Oleícola Internacional, 2000).

En Túnez, tras realizar los trabajos de caracterización e inventario, nuestra finalidad fue conservar este patrimonio genético. Para tal fin, se constituyó el Banco Nacional de Germoplasma del Olivo en la ciudad tunecina de Sfax, donde se plantan periódicamente variedades específicas, en su mayoría, mediante propagación vegetativa. También se han constituido a nivel internacional dos Colecciones Internacionales del Olivo, una en Marrakech y otra en Córdoba (Consejo Oleícola Internacional, 2014), en el marco del Proyecto para la conservación, caracterización, recolección y utilización de los recursos genéticos del olivo, financiado por el Fondo Común para los Productos Básicos (2014) y supervisado por el Consejo Oleícola Internacional. Cinco países árabes se beneficiaron de este proyecto: Túnez, Argelia, Marruecos, Siria y Egipto.

Las variedades presentes en estos centros se sometieron a la hibridación con el propósito de mejorar genéticamente algunas de sus características. En este contexto, el Fondo Común para los Productos Básicos financió el Proyecto para la mejora genética del olivo, que se desarrolló en cuatro países árabes: Túnez, Argelia, Marruecos y Egipto (Fondo Común para los Productos Básicos, 2014).

En Túnez, la mejora del germoplasma se limitó sólo a las variedades *Chemlali de Sfax*, *Meski* y *Chétoui* que sufrían ciertas desventajas con respecto a algunas de sus características (Trigui, 1996). Por ejemplo, el aceite de *Chemlali* adolece de una composición ácida desequilibrada que afecta a su comercialización y envasado (Grati-Kamoun y Khlif, 2001). Mediante este proyecto, se han obtenido 1.200 híbridos, plantados en la zona de Sfax desde 1997 que siguen actualmente bajo evaluación (Instituto del Olivo, 2005).

En este artículo se pretende ofrecer una visión de las variedades presentes en el Banco Nacional de Germoplasma del Olivo de Boughrara (Sfax, Túnez), especialmente las árabes, así como de su productividad y aprovechamiento.

Materiales Y Procedimientos

Se creó el Banco de Germoplasma del Olivo en 1992 en el Centro de Formación Profesional de Arboricultura Frutal de Boughrara (Sfax, Túnez), estableciéndose con un marco de plantación de 8 m x 12 m y en régimen pluvial. Cada año se llevan a cabo las siguientes prácticas culturales:

- Laboreo superficial (3 a 4 veces).
- Fertilización orgánica en el período invernal.
- Poda tras el período de cosecha con una frecuencia variable en función del volumen de producción.

Cada vez que se identifican nuevas variedades en las operaciones de prospección, se añaden a la colección de genotipos que se amplía así de forma constante. Las variedades se multiplican por propagación vegetativa, que se realiza en el vivero del Instituto del Olivo o, cuando los resultados no son satisfactorios, por injerto.

Los genotipos foráneos se obtuvieron en el marco de programas de cooperación bilaterales y en el marco del proyecto de los recursos genéticos financiado por el Consejo Oleícola Internacional. Asimismo, el Banco de Boughrara mantiene una estrecha relación con las Colecciones Internacionales de Córdoba (España) y Marrakech (Marruecos) en materia de intercambio de germoplasma.

El seguimiento anual consiste en las operaciones siguientes:

- Plantación de las nuevas variedades que se han propagado.
- Verificación de la identificación de los genotipos, especialmente de los nuevos.
- Seguimiento de la producción por árbol.

Resultados Y Debate

Como se desprende de la Figura 1, el número de variedades de olivo presentes en el Banco de Boughrara asciende a 201, de las cuales 147 son autóctonas, que representan el 73.13% del total. Hay 54 variedades no autóctonas, de las que solo 15 son árabes y representan el 7,46 % del total y el 27,77 % de las variedades extranjeras. Las variedades árabes introducidas proceden de cinco países: Argelia, Siria, Marruecos, Libia y el Líbano, como se muestra en la Tabla 1. Marruecos y Siria son los que mayor presencia tienen, con 5 y 6 variedades respectivamente, mientras que los tres países restantes están representados por una variedad cada uno.

Si se comparan las variedades árabes presentes en el Banco tunecino con las que se citan en el Catálogo Mundial de Variedades del Olivo, publicado por el Consejo Oleícola Internacional (2000), se observa lo siguiente:

- El Banco de Boughrara no posee variedades de algunos países árabes, como Egipto y Jordania, aunque sean miembros del Consejo Oleícola Internacional, ni de Palestina.
- Argelia está representada por una sola variedad en el Banco mientras que se citan cinco variedades argelinas en el Catálogo del Consejo Oleícola Internacional.
- El Banco cuenta con una sola variedad de Libia, otro Miembro del Consejo Oleícola Internacional.
- Algunos países árabes, como Siria y Marruecos, cuentan en el Banco con variedades que no se mencionan en el Catálogo del Consejo Oleícola Internacional; se trata de las variedades sirias *Msabili*, *Den Syrie* y *Jlot* y las marroquíes de *Bouchouika*, *Meslala*, *Dahbia* y *Noukal*.
- Palestina no está representada en el Banco tunecino a pesar de considerarse mundialmente la cuna del olivo (Damania, 1995).

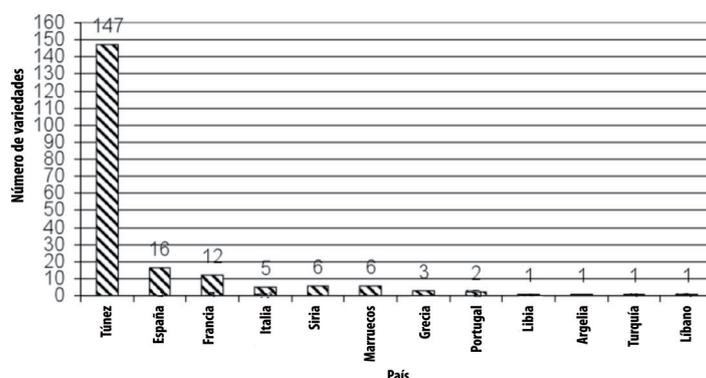


Figura 1: Distribución de las variedades de olivos en el Centro de Conservación de Boughrara por países.

Tabla 1. Variedades árabes del Centro de Conservación de Boughrara.

País	Variedades
Siria	<i>Jlot</i> , <i>Msabili</i> , <i>Den Syrie</i> , <i>Sorani</i> , <i>Abu satl muhazam</i> , <i>Kaissi</i>
Marruecos	<i>Picholine marroquí</i> , <i>Haouzia</i> , <i>Bouchouika</i> , <i>Meslala</i> , <i>Dahbia</i> , <i>Noukal</i>
Argelia	<i>Sigoise</i>
Líbano	<i>Suri Lubnan (Siriolibanés)</i>
Libia	<i>Aswad kafra</i>

La mayoría de las variedades en el Banco de Boughrara se ha multiplicado por propagación vegetativa (Tabla 2), representando el 88,1 % (177 variedades) del total. Las 24 variedades restantes se han multiplicado por injerto y representan el 11,9 % de las variedades.

Tabla 2. Método de propagación

Por estacas	Injerto	Método de plantación
177	24	Nº
(881)	11,9	Porcentaje (%)

La figura 2 muestra el seguimiento de la producción en los siete años entre 2007 y 2013. De este gráfico se desprende que:

- Las variedades procedentes de Marruecos y Argelia registran las tasas más altas de producción, oscilando entre los 4 y 13 kg.
- La tasa más alta se registra para la variedad *Noukal* (12,84 kg.), seguida de *Meslala* (9,11 kg.) y de *Picholine marroquí* (8,04 kg.).
- Las tasas más bajas corresponden a las variedades sirias, libias y libanesas (menos de 3,35 kg.).
- Existen diferencias considerables entre los árboles de todas las variedades con unos índices de variación que superan el 68 %.
- Las diferencias en las capacidades de producción están sujetas a las condiciones medioambientales y geográficas, lo que explica la mayor producción de las variedades magrebíes y la menor producción de las variedades de Oriente Medio. Los países del Magreb se caracterizan por un clima mediterráneo y semiárido similar, motivo por el cual las variedades marroquíes y argelinas tienen capacidad de adaptación al clima tunecino. Por el contrario, los países árabes de Oriente Medio se caracterizan por un clima semihúmedo y húmedo, distinto al clima del Magreb, por lo que las variedades procedentes de esta zona no se aclimatan en Túnez.

La gran variación observada en todas las variedades refleja una tendencia hacia una marcada vecería, puesto que la colección se maneja en régimen pluvial y en alta densidad de plantación.

Se utilizaron diferentes variedades locales y extranjeras presentes en la colección en el marco de un programa de mejora genética de la variedad *Chemlali de Sfax*. Los resultados de la hibridación de variedades locales con otras variedades árabes se muestran en la Tabla 3. Como se puede ver en esta Tabla, se llevaron a cabo cruzamientos recíprocos entre *Chemlali* y *Sigoise* (Argelia) y *Suri Lubnan* (Líbano), con el resultado final de 54 y 59 híbridos respectivamente. La elección de estas dos variedades

se considera lógica, debido a la equilibrada composición ácida de sus aceites que, según Zarrouk *et al.* (2009) y Arslan (2012) cuentan con un contenido de ácido oleico superior al 70% y de ácido palmítico inferior al 12%. La hibridación de estas dos variedades puede conducir a la selección de nuevas variedades con una mejor composición ácida que la de *Chemlali de Sfax*.

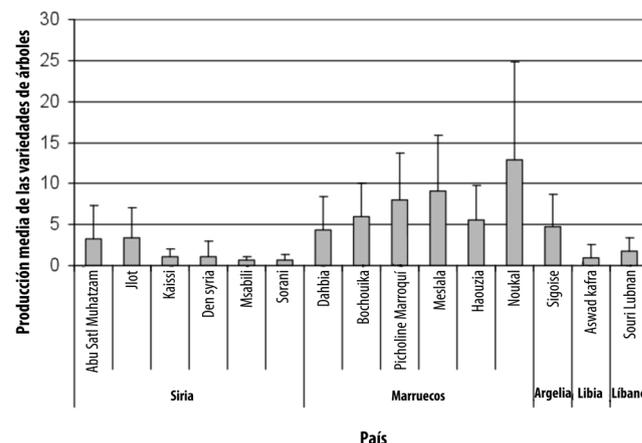


Figura 2: Media de producción por variedades de árboles árabes en el Centro de Conservación de Boughrara.

Tabla 3. Resultados del proceso de hibridación con variedades *Sikuaz* y *Suri Lubnan*.

Número de hibridaciones	Hibridación
42	<i>Chemlali</i> / <i>Sikuaz</i>
12	<i>Sikuaz</i> / <i>Chemlali</i>
17	<i>Chemlali</i> / <i>Suri lubnan</i>
42	<i>Suri Lubnan</i> / <i>Chemlali</i>

Conclusiones

La presencia de las variedades árabes en el Banco de Germoplasma del Olivo de Boughrara (*Sfax*) se considera escasa y refleja el bajo nivel de cooperación entre los países árabes en el ámbito del olivar. Esta situación provocará la desaparición del patrimonio genético del olivo, privando así a los países árabes de la oportunidad de aprovechar los excelentes caracteres de algunas variedades árabes. A partir de ahora, es imprescindible establecer proyectos de cooperación con vistas al intercambio de variedades entre los países árabes y al estudio de sus características.

BIBLIOGRAFÍA

Arslan D. 2012. Physico-chemical characteristics of olive fruits of Turkish varieties from the province of

Hatay. *Grasas Y aceites* 63 (2): 158-166.

Consejo Oleícola Internacional 1997. Metodología para la caracterización primaria y secundaria de variedades de olivo. Proyecto RESGEN-CT (96/97). Union europea-COI. Consejo Oleícola Internacional, . 2000. Catálogo Munidal de Variedades del Olivo. 360 p con ilustraciones

Consejo Oleícola Internacional. 2012. Description générale de l'oléiculture de la Tunisie. 10 p.

Damania B. 1995. Olive, the plant of peace, reigns throughout Mediterranean. *Diversity* 11 (1, 2): 131-132.

F.A.O. 1981. Proposition d'un programme coopératif sur les ressources génétiques de l'olivier. Rapport du comité FAO de la production oléicole. 4ème session. Madrid. Juin 1981.

Grati-Kamoun N., et Khlif M. 2001. Caractérisation technologique des variétés d'olivier cultivées en Tunisie. *Revue Ezzitouna* (numéro spécial). 69 p.

Mehri H., et Hellali R. 1995. Etude pomologique des principales variétés d'olives cultivées en Tunisie. Document technique, Ed Institut de l'Olivier. 45 p.

Rallo L., et Barranco D. 1984. Autochthonous olive cultivars in Andalusia. *Acta Horticulturae* 140: 169-179.

Rapport annuel de l'Institut de l'Olivier pour l'année 2005.

Trigui A. 1996. L'amélioration génétique de l'olivier : méthodologies et résultats préliminaires obtenus en Tunisie (en arabe). *Revue Ezzaitouna* 2 (1 et 2): 10-34.

Trigui A., et Msallem M. 2002. Catalogue des variétés Autochtones et types locaux, 159 p.

Zarrouk W., Baccouri B., Taamalli W., Trigui A., Daoud D., Zarrouk M. 2009. Oil fatty oil composition of eighteen mediterranean olive varieties cultivated under the arid conditions of Boughrara (southern Tunisia). *Grasas Y aceites* 60 (5): 498-506.

www.common-fund.org/projects 2014

www.internationaloliveoil.org 2014

Evaluación de la estabilidad oxidativa de los aceites de oliva obtenidos a partir de la mezcla de aceite 'Arbequina' con otros aceites de oliva monovarietales

F. Mansouri¹, A. Ben Moumen¹, N. Houmy¹, G. Richard²,
M. L. Fauconnier², M. Sindi³, H. Serghini-Caid¹, A. Elamrani¹

¹ Laboratorio de biología vegetal y de los microorganismos, Facultad de Ciencias, Universidad Mohamed I (Uchda, Marruecos).

² Laboratorio de calidad y seguridad de los productos alimentarios, Gembloux Agro-Bio Tech, Universidad de Lieja (Bélgica).

³ Unidad de Química General y Orgánica, Gembloux Agro-Bio Tech, Universidad de Lieja (Bélgica).

Contacto:

ahmed.elamrani@gmail.com — mansouri0farid@gmail.com

Resumen

Al igual que ocurre en otros países de la cuenca del Mediterráneo, el sector del aceite de oliva constituye uno de los pilares estratégicos de la economía marroquí por su importancia socioeconómica para este país. En el presente trabajo de investigación se evalúa la estabilidad oxidativa de aceites de oliva obtenidos a partir de la mezcla de aceite de oliva 'Arbequina' con aceites monovarietales 'Arbosana' y 'Koroneiki', conocidos por su elevado contenido de antioxidantes naturales (fenoles y tocoferoles) y una mayor estabilidad oxidativa que la del aceite 'Arbequina'. La caracterización físico-química de estos aceites de oliva monovarietales 'Arbequina', 'Arbosana' y 'Koroneiki', variedades introducidas recientemente en régimen de cultivo intensivo en la región oriental de Marruecos, comprende el examen de los índices de calidad, el contenido de antioxidantes naturales, la composición ácida y el perfil de triglicéridos. La estabilidad oxidativa de estos aceites monovarietales y de sus mezclas trivarietales se evaluó con el método Rancimat*. Estas pruebas de oxidación se efectuaron en cinco mezclas (A) ternarias de aceite 'Arbequina'/'Arbosana'/'Koroneiki' recién preparadas con las siguientes concentraciones: A₁:60/30/10, A₂: 60/20/20, A₃: 60:10:30, A₄: 50:25:25 y A₅: 40:30:30. De los resultados del análisis se desprende que las mezclas A₄ y A₅ son las formulaciones con una mayor estabilidad oxidativa, de 72,67 h y 75,42 h, respectivamente. Este resultado es similar al registrado para el aceite 'Arbosana' (75,42 h), que se considera un aceite monovarietal relativamente estable. De esta forma, la mezcla constituye una herramienta muy útil para evaluar aceites de variedades cuya excelente calidad inicial y cuyas cualidades organolépticas se ven reducidas por su baja estabilidad, como es el caso del aceite 'Arbequina'.

Palabras clave

Región oriental de Marruecos, 'Arbequina', 'Arbosana', 'Koroneiki', aceite de oliva monovarietal, mezcla de aceites, antioxidantes naturales, estabilidad oxidativa

* Éste no es un método oficial del COI

Recibido: Septiembre 2014 / Aceptado: Octubre 2014 / Publicado: Diciembre 2014

Introducción

El consumo mundial de aceite de oliva continúa aumentando como consecuencia de su progresiva incorporación a los hábitos alimentarios de nuevos consumidores de todo el mundo. España e Italia han sido hasta ahora los dos principales productores de aceite. Sin embargo, la dedicación de grandes extensiones de terreno a la olivicultura en países del Magreb, como Marruecos y Túnez, está comenzando a modificar esta situación. De forma paralela al aumento de la superficie dedicada al olivar, el cultivo del olivo, la recolección de la aceituna y la elaboración de aceite de oliva han experimentado una importante evolución durante los últimos años gracias a la introducción de nuevas variedades, la mecanización de la recolección y la creciente automatización de las almazaras. En Marruecos asistimos a la introducción de nuevas variedades de olivo, como 'Arbequina', 'Arbosana' y 'Koroneiki', que se destinan específicamente a la producción de aceite de oliva. La variedad 'Arbequina', originaria de Cataluña, es una de las principales variedades de olivo cultivadas en España (Tous et Romero, 1992; Tous *et al.*, 1997; Tous *et al.*, 2001; Rallo, 2002). También está aumentando su presencia en los olivares de los países al sur del Mediterráneo, principalmente Túnez y Marruecos (Ait-Hmida, 2010; Mahhou *et al.*, 2011; Rkhis *et al.*, 2010; El Mouhtadi *et al.*, 2014). Son varios los motivos que animan a los olivicultores a elegir la variedad 'Arbequina': su adaptación edafoclimática a las plantaciones con densidades altas de la costa sur del Mediterráneo (Boulouha, 2006), su precocidad de entrada en producción y su alto contenido de aceite en comparación con las variedades autóctonas (Rkhis *et al.*, 2010; Mahhou *et al.*, 2011; El Mouhtadi *et al.*, 2014). El aceite 'Arbequina' es muy frutado y se caracteriza por su fluidez y su aroma, algo amargo y con un picante casi imperceptible. Sin embargo, se suele criticar su escasa estabilidad oxidativa debido a su bajo contenido de antioxidantes naturales y a su elevado contenido de ácidos grasos poliinsaturados (Terouzi *et al.*, 2010; Gharby *et al.*, 2012; Mansouri *et al.*, 2013).

En el presente trabajo se caracterizaron los aceites de tres variedades: 'Arbequina', 'Arbosana' y 'Koroneiki', introducidas recientemente en la región oriental de Marruecos y cultivadas en régimen de regadío superintensivo. Tras su caracterización físico-química, se empleó el método Rancimat para evaluar la estabilidad oxidativa de distintas mezclas de aceite 'Arbequina' con aceites 'Arbosana' y 'Koroneiki', conocidos por su alto contenido de antioxidantes naturales. La finalidad del trabajo es lograr una formulación de aceite de oliva de gran calidad desde el punto de vista organoléptico y con una mayor estabilidad oxidativa. El dominio de esta metodología en las almazaras permitiría aumentar la oferta comercial gracias a la creación de nuevas marcas de mezclas de aceites

de oliva monovarietales y, por tanto, ofrecer productos que satisficieran una mayor diversidad de gustos de los consumidores.

Materiales y Métodos

Material vegetal

Las muestras de aceite de oliva estudiadas proceden de aceites monovarietales 'Arbequina', 'Arbosana' y 'Koroneiki' elaborados durante la campaña oleícola 2013/2014. Las aceitunas empleadas en la elaboración de estos aceites se cosecharon en olivares cultivados en régimen de regadío superintensivo con una densidad de 1300 árboles por hectárea. Los olivos tienen una edad de entre 6 y 7 años y se encuentran en las mismas condiciones edafoclimáticas y reciben los mismos cuidados. La molturación de la aceituna, el almacenaje y el envasado del aceite se realizaron in situ, en la almazara local.

Índices de calidad

Los parámetros físico-químicos de la acidez libre (en porcentaje de C18:1), el índice de peróxidos (IP en meq/kg) y los coeficientes de extinción específicos en el ultravioleta a 232 nm (K_{232}), 270 nm (K_{270}) y ΔK se calcularon mediante espectrofotometría de conformidad con los métodos prescritos por el Consejo Oleícola Internacional y según la normativa europea relativa a la caracterización de los aceites de oliva (EEC, 2003).

Determinación de fenoles totales

La extracción de los compuestos fenólicos se realizó siguiendo el método descrito por Ollivier *et al.* (2004). El contenido de fenoles totales se determinó con el método de Folin-Ciocalteu utilizando el ácido cafeico como estándar. Los resultados se expresan en miligramos de ácidos cafeico por kilogramo de aceite de oliva.

Determinación de tocoferoles

La determinación del α -tocoferol (componente mayoritario) se llevó a cabo mediante cromatografía de líquidos de alta resolución (HPLC). Para ello, se utilizó un cromatógrafo equipado con un detector con matriz de diodos, siguiendo el método de la AOCS (1989) modificado. La separación se realizó en una columna de sílice con una fase móvil compuesta por una mezcla de hexano y alcohol isopropílico (99/1, v/v) a un caudal de 1 ml/minuto. Para la identificación se empleó un estándar de α -tocoferol y la cuantificación se llevó a cabo por medio de una curva de calibración.

Análisis de la composición ácida de los aceites de oliva

Los ácidos grasos, presentes en forma de ésteres metílicos, se analizaron mediante cromatografía de gases (GC) con un detector de ionización de llama (FID).

La separación se llevó a cabo en una columna capilar HP-5880A (25 m × 0,25 mm, 0,25 μm). El detector FID se empleó a una temperatura de 250 °C. La separación óptima se consiguió en las siguientes condiciones: estufa a una temperatura inicial de 50 °C, incrementada en 30 °C/minuto hasta los 150 °C y, a continuación, en 4 °C/minuto hasta los 240 °C, temperatura que se mantuvo durante 10 minutos. La cantidad inyectada fue de 1 μl, en modo *splitless*.

Determinación de la composición de triglicéridos

Para determinar la composición de triglicéridos se empleó un cromatógrafo de líquidos de alta resolución (HPLC) y se siguió el método modificado (Abaza *et al.*, 2002): se fraccionaron 10 μl de aceite al 10 % (p/v) en acetona por medio de un cromatógrafo HPLC de la marca Shimadzu CBM 20A (equipado con un detector de índice de refracción [RID] 10A). La separación se realizó en modalidad isocrática con una columna apolar en fase reversa ODS C18 (250 mm × 5 mm, 5 μm). La fase móvil consistió en una mezcla de los disolventes acetona/acetoneitrilo (63,6/36,4 v/v) con un caudal de 1 ml/minuto.

Estabilidad oxidativa del aceite

La estabilidad oxidativa se evaluó con el método Rancimat (Gutiérrez Rosales, 1989). El tiempo de inducción en la prueba Rancimat (expresado en horas) se determinó en el modelo Rancimat 743 de Metrohm con una muestra de aceite de 3 g y con un caudal de aire de 15 l/h y una temperatura de 101 °C.

Obtención de las mezclas

La mezcla se creó con tres variedades ('Arbequina', 'Arbosana' y 'Koroneiki') en los porcentajes de volumen a volumen indicados en el cuadro 1. En todos los casos predominó la parte de aceite 'Arbequina' (al menos un 40 %, v/v).

Cuadro 1: Identificación de las distintas mezclas (A1, A2, A3, A4, A5) obtenidas mediante la mezcla de volumen a volumen de aceites de oliva monovarietales 'Arbequina', 'Arbosana' y 'Koroneiki' producidos en la región oriental de Marruecos durante la campaña oleícola 2013/2014

Referencia de la mezcla	Porcentaje de aceite de oliva monovarietal		
	% de 'Arbequina'	% de 'Arbosana'	% de 'Koroneiki'
A ₁	60	30	10
A ₂	60	20	20
A ₃	60	10	30
A ₄	50	25	25
A ₅	40	30	30

Análisis estadístico

Los resultados presentados son las medias de los análisis realizados por triplicado. Estos resultados se presentan en forma de media ± desviación típica. Las diferencias significativas entre las medias se determinaron gracias a un análisis de la varianza con ayuda del programa estadístico SPSS (SPSS 20, EE. UU.).

Resultados y Discusiones

Parámetros de calidad

En el cuadro 2 se presentan los resultados del análisis físico-químico de referencia de los aceites de oliva monovarietales. Estos resultados muestran que los criterios de calidad de la acidez, el índice de peróxidos y las extinciones específicas (K_{232} , K_{270} y ΔK) son claramente inferiores a los límites establecidos para los aceites de oliva vírgenes extra (AOVE) en la Norma comercial del COI aplicable a los aceites de oliva y los aceites de orujo de oliva (COI, 2013).

Cuadro 2: Índices de calidad de los aceites de oliva monovarietales 'Arbequina', 'Arbosana' y 'Koroneiki' producidos en la región oriental de Marruecos durante la campaña oleícola 2013/2014

Parámetros de calidad	Variedades			AOVE*
	'Arbequina'	'Arbosana'	'Koroneiki'	
Acidez (% de C18:1)	0,24 ± 0,02 ^{ab}	0,21 ± 0,04 ^a	0,29 ± 0,04 ^b	≤ 0,8
Índice de peróxidos	6,78 ± 1,16 ^a	9,08 ± 0,69 ^{ab}	10,89 ± 1,13 ^a	≤ 20
K_{232}	0,10 ± 0,00 ^a	0,12 ± 0,00 ^b	0,15 ± 0,01 ^c	≤ 0,22
K_{270}	1,66 ± 0,06 ^b	1,73 ± 0,03 ^b	1,50 ± 0,03 ^a	≤ 2,5
ΔK	0,002 ± 0,0001 ^a	0,006 ± 0,0003 ^b	0,007 ± 0,0004 ^b	≤ 0,01

Las diferencias significativas en la misma línea se indican mediante letras diferentes ("a", "b" o "c").

* Aceite de oliva virgen extra (COI, 2013).

Composición ácida de los aceites monovarietales

La composición ácida del aceite de oliva desempeña un papel importante en su calidad nutricional y organoléptica. Es la gran aportación de ácidos grasos monoinsaturados, con un nivel de ácido oleico que puede alcanzar el 83 %, lo que confiere su originalidad y sus propiedades saludables al aceite de oliva. Diversos factores, como el grado de madurez de las aceitunas, el clima y la variedad, afectan al perfil de la composición ácida del aceite de oliva (García *et al.*, 1996; Judde, 2004, Pardo *et al.*, 2007). Del exa-

men del cuadro 3 se desprende que la composición ácida de los aceites analizados cumple con los requisitos establecidos en la norma comercial del COI (COI, 2013).

Se observaron diferencias significativas entre las variedades estudiadas ($p < 0,05$) en todos los parámetros determinados. Al respecto, varios autores demostraron la fuerte influencia del factor varietal sobre la composición ácida de los aceites de oliva. Así, los aceites de las variedades 'Arbosana' y 'Koroneiki' presentan composiciones ácidas similares: se caracterizan por porcentajes elevados de ácido oleico (77,15 % y 73,10 %,

respectivamente) en comparación con la variedad 'Arbequina' (65,67 %) y porcentajes relativamente bajos de ácidos palmítico (12,08 % y 14,84 %, respectivamente) y ácido linoleico (6,26 % y 6,40 %, respectivamente). La variedad 'Arbequina' presenta una composición ácida diferente a la de las dos variedades anteriores, con porcentajes elevados de ácido palmítico (16,42 %) y ácidos grasos saturados (AGS: 19,02 %), un bajo porcentaje de ácidos grasos monoinsaturados (AGMI: 67,89 %) y la relación más baja entre ácido oleico y ácido linoleico (O/L), lo cual se explica por su reducido contenido de ácido oleico (65,67 %) y su elevado porcentaje de ácido linoleico (12,54 %), ambos, importantes ácidos grasos.

Cuadro 3: Composición ácida de los aceites de oliva 'Arbequina', 'Arbosana' y 'Koroneiki' producidos en la región oriental de Marruecos durante la campaña oleícola 2013/2014

Ácidos grasos (%)	Aceite de oliva monovarietal			AOVE*
	'Arbequina'	'Arbosana'	'Koroneiki'	
Ácido mirístico	0,02 ± 0,00 ^b	ND ^a	ND ^a	<0,03
Ácido palmítico	16,42 ± 0,01 ^c	14,84 ± 0,01 ^b	12,08 ± 0,39 ^a	7,5 - 20,0
Ácido palmitoleico	1,71 ± 0,01 ^c	1,35 ± 0,01 ^b	0,66 ± 0,09 ^a	0,3 - 3,5
Ácido margárico	0,10 ± 0,00 ^b	0,17 ± 0,00 ^c	0,04 ± 0,01 ^a	≤ 0,3
Ácido margaroleico	0,22 ± 0,00 ^b	0,36 ± 0,00 ^c	0,08 ± 0,01 ^a	≤ 0,3
Ácido esteárico	1,88 ± 0,01 ^a	2,21 ± 0,01 ^{ab}	2,27 ± 0,32 ^b	0,5 - 5,0
Ácido oleico	65,67 ± 0,02 ^a	73,10 ± 0,01 ^b	77,15 ± 0,2 ^c	55,0 - 83,0
Ácido linoleico	12,54 ± 0,02 ^c	6,40 ± 0,00 ^b	6,26 ± 0,11 ^a	55,0 - 83,0
Ácido α-linolénico	0,56 ± 0,00 ^a	0,65 ± 0,00 ^b	0,63 ± 0,05 ^b	3,5 - 21,0
Ácido araquídico	0,40 ± 0,01 ^a	0,44 ± 0,00 ^a	0,40 ± 0,07 ^a	≤ 1,0
Ácido gadoleico	0,29 ± 0,01 ^a	0,30 ± 0,00 ^a	0,26 ± 0,05 ^a	≤ 0,6
Ácido behénico	0,13 ± 0,01 ^a	0,17 ± 0,00 ^b	0,13 ± 0,02 ^a	≤ 0,4
ΣAGS	19,02 ± 0,02 ^c	17,83 ± 0,01 ^b	14,93 ± 0,04 ^a	≤ 0,2
ΣAGMI	67,89 ± 0,02 ^a	75,11 ± 0,01 ^b	78,15 ± 0,12 ^c	
ΣAGPI	13,09 ± 0,02 ^c	7,05 ± 0,00 ^b	6,89 ± 0,08 ^a	
Relación O/L	5,24 ± 0,01 ^a	11,41 ± 0,00 ^b	12,33 ± 0,21 ^c	

Las diferencias significativas en la misma línea se indican mediante letras diferentes ("a", "b" o "c"). AGS: ácidos grasos saturados, AGMI: ácidos grasos monoinsaturados, AGPI: ácidos grasos poliinsaturados, O/L: relación ácido oleico/linoleico. * Aceite de oliva virgen extra (COI, 2013).

Composición de los aceites de oliva según las especies moleculares de triglicéridos

En los aceites analizados, se distinguen esencialmente nueve especies moleculares de triglicéridos: OOO, POO, LOO, LPO, SOO, POP, LOL, LPL y POLn (figura 1). Por orden de importancia cuantitativa, encontramos la trioleína (OOO), que representa casi la mitad de los triglicéridos en el caso de la variedad 'Koroneiki' (48,02 %) pero solo la tercera parte en la variedad 'Arbequina' (31,51 %); la dioleopalmitina (POO), presente en unos porcentajes de entre el 20,45 y el 29,80 %; la dioleolinoleína (LOO), que se encuentra en unos porcentajes de entre el 10,32 y el 16,97 %; y la palmitooleolinoleína (LPO), con unos porcentajes del 4,20 al 11,10 %. Estas cuatro especies principales de triglicéridos suman más del 91 % de los

triglicéridos totales, ya que los demás triglicéridos se encuentran presentes en pequeñas cantidades, del 0,5 al 4 %. Los resultados obtenidos son similares a los descritos para los aceites de oliva de estas variedades plantadas en Túnez (Abaza *et al.*, 2002). El predominio de cuatro especies moleculares de triglicéridos con al menos un oleato (OOO, POO, LOO y POL) está relacionado con la composición ácida del aceite, que se caracteriza por su elevado contenido de ácido oleico.

Contenido de antioxidantes naturales y estabilidad oxidativa de los aceites monovarietales y de los aceites obtenidos mediante su mezcla

El aceite de oliva virgen es prácticamente el único aceite que contiene cantidades importantes de antio-

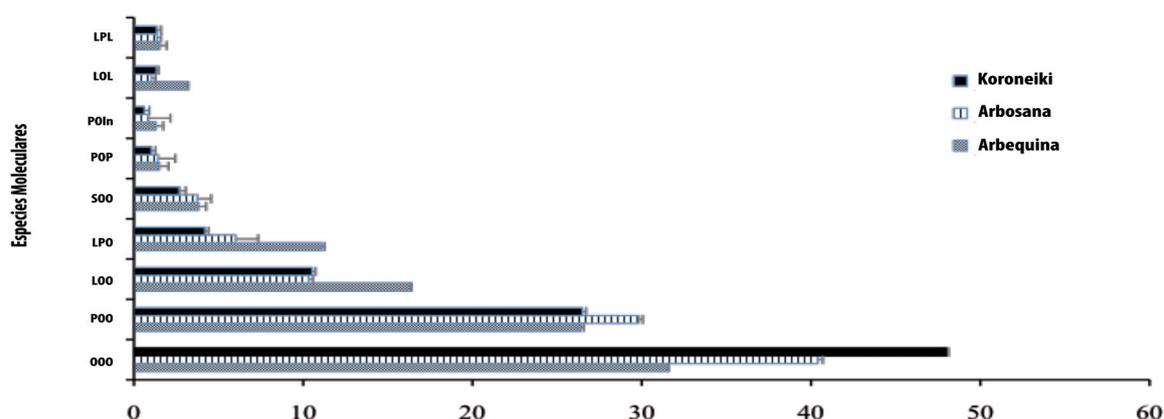


Figura 1: Composición, según las especies moleculares de triglicéridos, de los aceites de oliva monovarietales 'Arbequina', 'Arbosana' y 'Koroneiki' elaborados durante la campaña oleícola 2013/2014 en la región oriental de Marruecos (P: palmitato, S: estereato, O: oleato, L: linoleato, Ln: linolenato).

oxidantes naturales (fenoles y tocoferoles). Además de contribuir al gusto característico en estos aceites, a la vez frutado y amargo, los fenoles son, en gran medida, responsables de la estabilidad oxidativa del aceite de oliva (Boskou *et al.*, 1996 ; Mansouri *et al.*, 2013). Por tanto, el contenido de fenoles y tocoferoles y, en consecuencia, la estabilidad oxidativa del aceite de oliva dependen de cada variedad (cuadro 4). Todos los aceites analizados contienen cantidades apreciables de compuestos fenólicos. El aceite de oliva de la variedad 'Koroneiki' presenta la cantidad de fenoles más elevada (566,30 mg kg⁻¹) y la mayor estabilidad oxidativa (102,44 h). Por el contrario, el menor contenido se halló en el aceite de oliva de la variedad 'Arbequina' (286,51 mg kg⁻¹), lo que se traduce en una baja estabilidad oxidativa (53,78 h). Así, tal como se ha descrito previamente en la literatura (Tanouti *et al.*, 2011; Grati Kammoun *et Laroussi*, 2013), se observa una clara correlación directa entre el contenido de antioxidantes naturales (principalmente fenoles) y la estabilidad oxidativa del aceite medida con el método Rancimat.

La evaluación de la estabilidad oxidativa de los aceites monovarietales con el método Rancimat (cuadro 4) muestra diferencias significativas entre las variedades estudiadas ($p < 0,05$). Por tanto, el factor varietal influye de manera clara sobre la estabilidad del aceite. Si se comparan conjuntamente la estabilidad oxidativa, el contenido de fenoles y la composición ácida de las tres variedades, se aprecia que los aceites ricos en fenoles ('Koroneiki' y 'Arbosana') son los más estables desde el punto de vista oxidativo. Además de su elevado contenido de estos compuestos antioxidantes, presentan un nivel bajo de ácidos grasos poliinsaturados y una relación alta entre ácidos grasos monoinsaturados y poliinsaturados. Así, cuanto mayor sea el contenido de ácidos grasos poliinsaturados del aceite, más susceptible será este de sufrir reacciones de reducción-oxidación. Por el contrario, debido a su efecto antioxidante (neutralización de los radicales libres), los compuestos fenólicos limitan estas reacciones. El efecto combinado de un bajo contenido de ácidos grasos poliinsaturados y un elevado contenido de fenoles explicaría la elevada estabilidad oxidativa del aceite de oliva y su reducido

Cuadro 4: Contenido de antioxidantes naturales y evaluación de la estabilidad oxidativa de los aceites de oliva monovarietales 'Arbequina', 'Arbosana' y 'Koroneiki' elaborados en la campaña oleícola 2013/2014 en la región oriental de Marruecos

	Aceites de oliva monovarietales		
	'Arbequina'	'Arbosana'	'Koroneiki'
Fenoles totales (mg kg ⁻¹)*	286,51 ± 5,63 ^a	454,8 ± 11,87 ^b	566,30 ± 8,87 ^c
α-tocoferol (mg kg ⁻¹)	322,36 ± 13,54 ^b	460,07 ± 15,16 ^c	344,58 ± 11,54 ^b
Estabilidad oxidativa (h)	53,78 ± 1,81 ^a	78,81 ± 0,90 ^b	102,44 ± 0,19 ^c

Las diferencias significativas en la misma línea se indican mediante letras diferentes ("a", "b" o "c").

* El contenido de polifenoles se expresa en miligramos de ácido cafeico por kilogramo de aceite

índice de peróxidos (Allalout *et al.*, 2009 ; Aparicio *et al.*, 1999 ; Baccouri *et al.*, 2008; Bendini *et al.*, 2007; Bosselli *et al.*, 2009, Gómez-Alonso *et al.*, 2002; Gutierrez *et al.*, 2001; Mansouri *et al.*, 2013).

Los altos contenidos de fenoles de los aceites guardan una relación indudable con su resistencia a la oxidación, pero también desempeñan un importante papel en sus propiedades organolépticas. Así, varios estudios (Ollivier *et al.*, 2004) han demostrado la estrecha relación que existe entre un alto contenido de polifenoles y ortodifenoles y los gustos amargo, astringente y picante de los aceites de oliva.

Con la ayuda de una almazara de la región, elaboramos mezclas ternarias a partir de aceites monovarietales (cuadro 1). En todos los casos, la parte de aceite 'Arbequina' fue de, al menos, un 40 % (v/v). Al mezclar aceite 'Arbequina' con aceites 'Arbosana' y 'Koroneiki' se pueden formular mezclas de aceites apreciadas por su suavidad y sus aromas frutados, y bastante ricas en fenoles y tocoferoles, lo que les confiere una mayor estabilidad oxidativa. Al comparar los tiempos de inducción obtenidos en la prueba Rancimat para estas mezclas de aceite (cuadro 5) con los tiempos de inducción del aceite monovarietal 'Arbequina' (figura 2) se aprecia claramente el efecto corrector que se consigue en la baja estabilidad oxidativa de la variedad 'Arbequina'.

Cuadro 5: Estabilidad oxidativa de las mezclas ternarias formuladas con aceites de oliva monovarietales 'Arbequina', 'Arbosana' y 'Koroneiki' elaborados en la campaña oleícola 2013/2014 en la región oriental de Marruecos

	Mezclas ternarias de aceites de oliva monovarietales				
	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅
Estabilidad oxidativa (h)	63,22 ± 1,09 ^a	67,19 ± 1,14 ^b	69,28 ± 1,02 ^b	72,67 ± 2,2 ^c	75,42 ± 0,67 ^d

Las diferencias significativas en la misma línea se indican mediante letras diferentes ("a", "b", "c" o "d").

Esta mejora de la estabilidad oxidativa de los aceites formulados se debe sin duda a su riqueza en fenoles y a su menor contenido de ácidos grasos poliinsaturados como consecuencia de la mezcla del aceite 'Arbequina' con los aceites 'Arbosana' y 'Koroneiki'. Estos últimos son conocidos por su elevado contenido de antioxidantes naturales y su bajo contenido de ácidos grasos poliinsaturados (véase el cuadro 3). En la figura 2 se puede apreciar un claro aumento de la estabilidad oxi-

dativa de las mezclas de aceite (de A1 a A5) como consecuencia de la reducción de la parte de aceite 'Arbequina'. Además, se encontraron importantes diferencias entre las distintas mezclas de aceites ($p < 0,05$), siendo la mezcla más estable la A5 (75,42 h), que contiene el menor porcentaje de aceite de oliva 'Arbequina'. Por su parte, las mezclas A1, A2 y A3 presentan estabilidades oxidativas diferentes a pesar de contener el mismo porcentaje de aceite de oliva 'Arbequina' (60 %). Esto sugiere que la estabilidad depende principalmente de la proporción de aceite de oliva 'Koroneiki'. Así, las mezclas A2 y A3, con un 20 y un 30 % de aceite de oliva 'Koroneiki', respectivamente, son más estables (tiempo de inducción en la prueba Rancimat de 67,19 h y 69,28 h, respectivamente) que la mezcla A1, que solo incorpora un 10 % de aceite 'Koroneiki' y presenta un tiempo de inducción de 63,22 h.

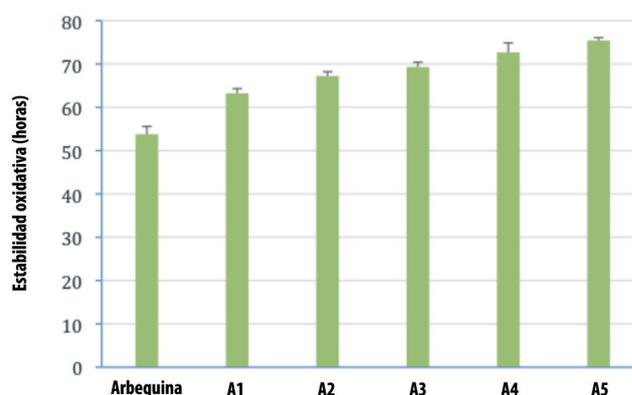


Figura 2: Evolución de la estabilidad oxidativa del aceite de oliva 'Arbequina' y de los aceites obtenidos a partir de su mezcla con aceites de oliva monovarietales 'Arbosana' y 'Koroneiki'.

Conclusión

La estabilidad oxidativa de los aceites de oliva depende esencialmente de la variedad, al estar estrechamente ligada a su contenido de antioxidantes naturales (fenoles y tocoferoles) y a la relación entre los ácidos grasos monoinsaturados y poliinsaturados. Por tanto, para formular aceites de oliva de buena calidad resulta necesario tener en cuenta estos parámetros. Recomendamos que la proporción de aceite de baja estabilidad (como el aceite 'Arbequina') sea inferior al 50 % y que el resto se complete con los aceites elegidos para la mezcla, de manera que en la mezcla del aceite formulado se consiga una reducción del contenido de ácidos grasos poliinsaturados y un aumento de la cantidad de antioxidantes naturales. Esto ayudaría a reducir el fenómeno de la autooxidación y a preservar las cualidades organolépticas de los aceites mezclados. Así, en el presente estudio hemos observado que el aumento de la estabi-

lidad oxidativa de las mezclas de aceite a base de aceite 'Arbequina' permitía preservar y apreciar, al menos en parte, las cualidades organolépticas de este aceite. La mezcla binaria o ternaria de aceite 'Arbequina' con aceites 'Arbosana', 'Koroneiki' y 'Picholine' sería una solución adecuada para contrarrestar la baja estabilidad del aceite 'Arbequina'. También serviría para satisfacer las necesidades del mercado gracias a la creación de nuevas marcas de aceite de oliva.

Agradecimientos

Este trabajo se ha llevado a cabo como parte del proyecto 9/2 del programa WBI de cooperación entre Marruecos y Valonia-Bruselas, y en colaboración con G. López, responsable de las explotaciones oleícolas y de la empresa Huiles de la Méditerranée, ubicada en el kilómetro 14 de la carretera de Ahfir (Uchda, Marruecos).

Bibliografía

- ABAZA, L., MSALLEM, M., DAOUD, D. & ZARROUK, M. 2002. Caractérisation des huiles de sept variétés d'olivier tunisiennes. *Oléagineux, Corps Gras, Lipides*, 9, 174-9.
- AIT-HMIDA, A. 2010. Rentabilité de l'olivier en modes de production intensif et super-intensif dans le Haouz au Maroc. *New medit: Mediterranean journal of economics, agriculture and environment= Revue méditerranéenne d'économie, agriculture et environnement*, 9, 31-34.
- ALLALOUT, A., KRICHÈNE, D., METHENNI, K., TAAMALLI, A., OUESLATI, I., DAOUD, D. & ZARROUK, M. 2009. Characterization of virgin olive oil from super intensive Spanish and Greek varieties grown in northern Tunisia. *Scientia horticultrae*, 120, 77-83.
- AOCS 1989. Determination of tocopherols and tocotrienols in vegetable oils and fats by HPLC. *Offic. Method* (Ce 8-89).
- APARICIO, R., RODA, L., ALBI, M. A. & GUTIÉRREZ, F. 1999. Effect of various compounds on virgin olive oil stability measured by Rancimat. *Journal of agricultural and food chemistry*, 47, 4150-4155.
- BACCOURI, O., GUERFEL, M., BACCOURI, B., CERRETANI, L., BENDINI, A., LERCKER, G., ZARROUK, M. & DAOUD BEN MILED, D. 2008. Chemical composition and oxidative stability of Tunisian monovarietal virgin olive oils with regard to fruit ripening. *Food chemistry*, 109, 743-754.
- BENDINI, A., CERRETANI, L., CARRASCO-PAN-CORBO, A., GÓMEZ-CARAVACA, A. M., SEGURA-CARRETERO, A., FERNÁNDEZ-GUTIÉRREZ, A. & LERCKER, G. 2007. Phenolic molecules in virgin olive oils: a survey of their sensory properties, health effects, antioxidant activity and analytical methods. An overview of the last decade Alessandra. *Molecules*, 12, 1679-1719.
- BOSELLI, E., DI LECCE, G., STRABBIOLI, R., PIERALISI, G. & FREGA, N. G. 2009. Are virgin olive oils obtained below 27° C better than those produced at higher temperatures? *LWT-Food Science and Technology*, 42, 748-757.
- BOSKOU, D., BLEKAS, G. & TSIMIDOU, M. 1996. Olive oil composition. *Olive oil: Chemistry and technology*, 1996, 52-83.
- BOULOUHA, B. 2006. *Forum Oléa*. Marrakech.
- COI 2013. NORME COMMERCIALE APPLICABLE AUX HUILES D'OLIVE ET AUX HUILES DE GRIGNONS D'OLIVE. COI/T. 15/NC n° 3/Rév. 7, 20.
- EEC 2003. Regulation N. 1989 of 6 November 2003 amending Regulation (EEC) No 2568/91 on the characteristics of olive oil and olive-pomace oil and on the relevant methods of analysis. *Off J Eur Un, L*, 295, 57-77.
- EL MOUHTADI, I., AGOUZZAL, M. & GUY, F. 2014. L'olivier au Maroc. *OCL*, 21, D203.
- GARCIA, J. M., SELLER, S. & PEREZ-CAMINO, M. C. 1996. Influence of fruit ripening on olive oil quality. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 44, 3516-3520.
- GHARBY, S., HARHAR, H., EL MONFALOUTI, H., KARTAH, B., MAATA, N., GUILLAUME, D. & CHARROUF, Z. 2012. Chemical and oxidative properties of olive and argan oils sold on the Moroccan market. A comparative study. *Mediterranean Journal of Nutrition and Metabolism*, 5, 31-38.
- GÓMEZ-ALONSO, S., SALVADOR, M. D. & FREGAPANE, G. 2002. Phenolic compounds profile of Cornicabra virgin olive oil. *Journal of agricultural and food chemistry*, 50, 6812-6817.
- GRATI KAMMOUN, N. & LAROUCSI, S. 2013. L'expérience tunisienne dans l'élaboration des signes de qualité dans l'huile d'olive. *CIHEAM, Options Méditerranéennes: Série A.Séminaires Méditerranéens*, 104, 8.
- GUTIERREZ, F., ARNAUD, T. & GARRIDO, A. 2001. Contribution of polyphenols to the oxidative stability of virgin olive oil. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 81, 1463-1470.
- GUTIÉRREZ ROSALES, F. 1989. Determinación de la estabilidad oxidativa de aceites de oliva vírgenes: Comparación entre el método del Oxígeno Activo (AOM) y el método Rancimat. *Grasas y aceites*, 40, 1-5.
- JUDDE, A. 2004. Prévention de l'oxydation des acides gras dans un produit cosmétique: mécanismes, conséquences, moyens de mesure, quels antioxydants pour quelles applications ? *Oléagineux, Corps Gras, Lipides*, 11, 414-418.
- MAHOU, A., TAIEBI, Z., HADIDDOU, A., OUKABLI, A. & MAMOUNI, A. 2011. Performance et qualité de production des variétés d'olivier Arbéquine,

Koroneiki et Picholine marocaine conduites en irrigué dans la région de Settat (Maroc). *Olivae*, 116, 16.

MANSOURI, F., BEN MOUMEN, A., LOPEZ, G., FAUCONNIER, M.-L., SINDIC, M., SERGHINI-CAID, H. & ELAMRANI, A. Preliminary Characterization of monovarietal virgin olive oils produced in eastern area of Morocco. Book of Proceedings Inside-Food Symposium, 2013.

OLLIVIER, D., BOUBAULT, E., PINATEL, C., SOUILLOL, S., GUÉRÈRE, M. & ARTAUD, J. Analyse de la fraction phénolique des huiles d'olive vierges. J. Annales des falsifications, de l'expertise chimique et toxicologique, 2004. 169-196.

PARDO, J., CUESTA, M. & ALVARRUIZ, A. 2007. Evaluation of potential and real quality of virgin olive oil from the designation of origin "Aceite Campo de Montiel"(Ciudad Real, Spain). *Food Chemistry*, 100, 977-984.

RALLO, L. R. 2002. La mejora varietal del olivo en España. *Séminaire international sur l'olivier: Acquis de recherche et contraintes du secteur oléicole*. Marrakech, Maroc.

RKHIS, A. C., GUERIANI, L., GRATI-KAMMOUN, N. & OULED, A. 2010. Comportement de six variétés d'olivier à huile dans le biotope de Taous (Sfax, Tunisie) : résultats de 4 campagnes de suivi. *Revue Ezzaitouna*, 11, 2.

TANOUTI, K., SERGHINI-CAID, H., CHAIEB, E., BENALI, A., HARKOUS, M. & ELAMRANI, A. 2011. Amélioration qualitative d'huiles d'olive produites dans le Maroc oriental. *Technologies de Laboratoire*, 6.

TEROUZI, W., AIT YACINE, Z. & OUSSAMA, A. 2010. Étude comparative de la stabilité de l'huile d'olive de la Picholine marocaine et de l'Arbéquine. *Olivae*, 113, 5.

TOUS, J. & ROMERO, A. 1992. Ficha varietal del cultivar 'Arbequina'. *Olivae*, 43, 28-29.

TOUS, J., ROMERO, A. & PLANA, J. 2001. Selección clonal de la variedad de olivo 'Arbequina'. *Fruticultura Profesional*, 120, 3.

TOUS, J., ROMERO, A., PLANA, J., GUERRERO, L., DÍAZ, I. & HERMOSO, J. 1997. Características químico-sensoriales de los aceites de oliva «Arbequina» obtenidos en distintas zonas de España. *Grasas y aceites*, 48, 415-424.

Investigación, Innovación y Transferencia en el Sector del Aceite de Oliva en España. Un Análisis mediante paneles presenciales de expertos

Dr. Javier Sanz Cañada¹, Florencio Sánchez Escobar²,
Isabel Hervás Fernández³, Dr. Daniel Coq Huelva⁴

¹ Instituto de Economía, Geografía y Demografía
Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) Madrid
javier.sanz@cchs.csic.es

² Consultor independiente
florenciosanchez@hotmail.com

³ Centro de Investigación Biomédica en Red de Epidemiología y Salud Pública Madrid
isabeloptera@gmail.com

⁴ Departamento de Economía Aplicada II Universidad de Sevilla
dcoq@us.es

Resumen

El trabajo tiene como primer objetivo obtener una visión consensuada de los problemas y prioridades de investigación, desarrollo, innovación y transferencia del sistema nacional de I+D+i (Investigación, Desarrollo e Innovación) sobre el sector oleícola en España. Un segundo objetivo del artículo es diseñar una serie estructurada de recomendaciones estratégicas destinadas a la mejora del sistema. Se analizan los resultados de la celebración de tres paneles presenciales de expertos a los que se aplicó respectivamente una secuencia de técnicas de investigación social, basada en la metodología denominada *Metaplan*. Se aplicaron las técnicas de *grupos de discusión* y de *talleres de participación estratégica* para cumplir respectivamente los objetivos mencionados. Los tres paneles abordaron respectivamente las siguientes grandes áreas de conocimiento: i) olivicultura y subproductos oleícolas; ii) elayotecnia, salud y nuevos productos; iii) ciencias sociales agroalimentarias. Los expertos concluyeron en la urgencia de paliar el déficit actualmente generalizado de acciones de transferencia de innovaciones y conocimientos por parte del sistema nacional a las empresas y a los agricultores. Asimismo, se acordó la necesidad de abordar las acciones de I+D+i mediante enfoques interdisciplinares y transdisciplinares.

Palabras clave

Investigación, innovación, transferencia de conocimientos, grupos de discusión, talleres de participación estratégica, aceite de oliva, España.

Introducción Y Metodología

El sistema nacional de I+D+i sobre el olivar y el aceite de oliva ha experimentado grandes avances en España, con respecto a la situación de hace tres décadas, en toda una serie de áreas de conocimiento, en correspondencia con su relevancia económica y territorial. Sin embargo, se detecta aún hoy en día un déficit significativo en materia de transferencia de conocimiento e innovaciones al sector oleícola nacional.

Un primer argumento sobre la necesidad de impulsar el sistema nacional de I+D+i oleícola es el apremio en mejorar los esquemas de agregación de valor del sector oleícola español, en un contexto de cambios estructurales en la cadena de valor y en el consumo a escala internacional. Asimismo, el déficit del sector oleícola español en materia de innovación organizativa y comercial requiere incentivar con urgencia acciones de transferencia de tecnología y de difusión del conocimiento a los agricultores y a las empresas. Otros factores que explican la necesidad de impulsar el sistema nacional de la I+D+i son, entre otros, los cambios en la nueva funcionalidad territorial del sector y su papel en el desarrollo rural, o bien la existencia de una sensibilidad social emergente en materia de seguridad alimentaria, salud, medio ambiente y gastronomía.

El artículo refleja los resultados de la celebración de tres paneles presenciales de expertos, cuyo objetivo fue obtener una visión consensuada de los problemas y prioridades de investigación, desarrollo, innovación y transferencia del sistema nacional de I+D+i sobre el sector oleícola en España, así como una serie estructurada de recomendaciones estratégicas destinadas a la mejora de dicho sistema. Constituyen una parte del proyecto de investigación¹, cuyos resultados aparecen reflejados en Sanz Cañada *et al.* (2012 a), que tuvo como finalidad definir y priorizar las líneas de investigación e innovación que sería conveniente potenciar en el ámbito del sistema español de I+D+i². Cada uno de los tres paneles abordó las siguientes grandes áreas de conocimiento: i) olivicultura y subproductos oleícolas; ii) elayotecnia, salud y nuevos productos; iii) ciencias sociales agroalimentarias.

La metodología del conjunto del proyecto consiste en una secuencia de tres fases consecutivas, de las cuales el trabajo expuesto en este artículo constituye su segunda fase (figura 1). Se parte de la información obtenida en una primera fase, que consistió en la identificación y definición de 86 líneas de investigación e innovación, realizando para ello entrevistas semi-estructuradas de larga duración a expertos.

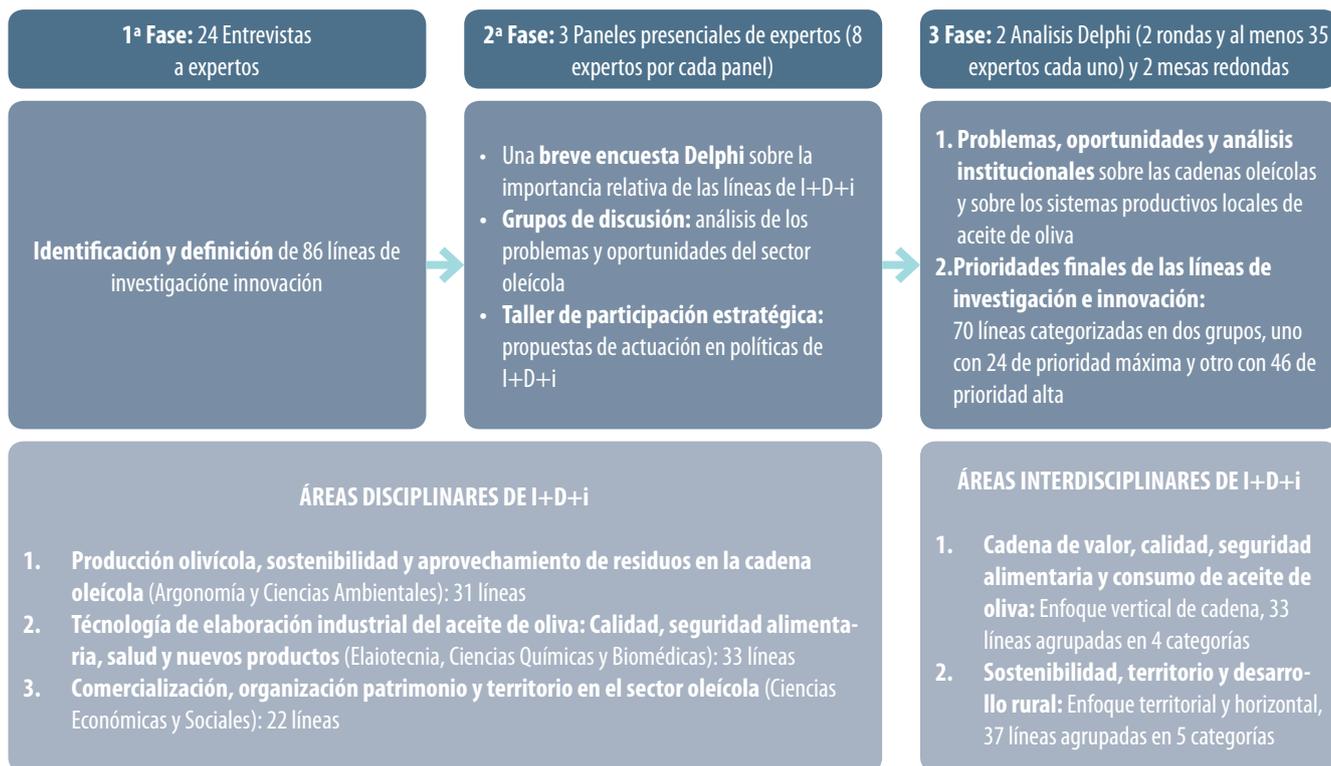


Figura 1: Metodología para el análisis de prioridades, problemas y oportunidades de investigación e innovación en el sector del aceite de oliva en España

¹ "Plataforma Tecnológica del Olivar. ALENTA". Subprograma de Plataformas Tecnológicas (INNFLUYE) del Plan Nacional de I+D+i. Ministerio de Ciencia e Innovación: 2010-2011. Coordinado por la Fundación Citoliva y con la participación del CSIC.

² Otra publicación realizada como resultado de dicho proyecto es Sanz-Cañada *et al* (2012 b). Han sido muy escasas las investigaciones sobre el sistema de I+D+i oleícola en España, pero cabe reseñar el trabajo de Sayadi *et al* (2012) para Andalucía.

En la segunda fase se desarrollaron tres paneles presenciales de expertos en los que se aplicó un método mixto de investigación social (Johnson *et al.*, 2007; Teddlie y Tashakkori, 2009) consistente en la utilización de las técnicas de investigación social siguientes: una breve encuesta Delphi³, un grupo de discusión y un taller de participación estratégica basado en la metodología denominada *Metaplan* (Schnelle y Stoltz, 1987; Oakley, 1991), para lo cual se ha de contar como máximo con ocho expertos por panel. El artículo recoge los principales resultados de los grupos de discusión y de los talleres de participación estratégica de los tres paneles.

Entre los expertos seleccionados para la realización de las dos primeras fases del proyecto se encuentran investigadores y profesores de Universidad, representantes del sector empresarial, de las asociaciones e instituciones sectoriales y de la Administración Pública, aunque estos últimos han participado en su condición de expertos y no en función del cargo que ocupan. En

cada uno de los tres paneles se buscó un equilibrio en su composición en función de sus respectivos perfiles de expertos (cuadro 1).

Los grupos de discusión tuvieron como finalidad detectar los principales consensos y controversias existentes a la hora de identificar problemas y prioridades de investigación, desarrollo, innovación y transferencia del conocimiento⁴. Cada uno de los tres tuvo de media una duración de cinco horas. Fueron concebidos metodológicamente de modo que se promoviera la convergencia en las percepciones de los participantes, o bien que se manifestaran algunas líneas de disenso, y de que se posibilitara la obtención de una serie de informaciones cualitativas. Los expertos, en su interacción dialógica, imprimieron una dimensión prospectiva consistente no sólo en constatar los problemas a los que se enfrenta el sector, sino también en valorar la factibilidad de las distintas iniciativas. Los grupos tuvieron un carácter focalizado, pues se partió de un cuestionario con preguntas semiabiertas, en las que el moderador de

Cuadro 1. Composición de los paneles según perfiles de expertos

	PERFILES DE EXPERTOS	Nº de expertos
PANEL 1: Innovación en la producción olivícola, sostenibilidad y aprovechamiento de subproductos de la cadena oleícola	1. Material vegetal, variedades y nueva olivicultura	2
	2. Sistemas de cultivo: erosión, riego y protección del cultivo	2
	3. Biodiversidad, producción integrada y olivicultura ecológica	2
	4. Aprovechamiento de residuos de la cadena oleícola	2
PANEL 2: Tecnologías de elaboración industrial del aceite: calidad, seguridad alimentaria, salud y nuevos productos	5. Innovación en la elaboración de aceite de calidad y en los métodos sensoriales	2
	6. Seguridad alimentaria en la cadena oleícola	2
	7. Aceite de oliva y salud	2
	8. Nuevos productos derivados de la aceituna y del aceite	1
	9. Innovación en tecnologías de la información y en sistemas de trazabilidad	1
PANEL 3: Comercialización, organización, patrimonio y territorio en el sector oleícola	10. Marketing y consumo de los aceites de oliva	2
	11. Multifuncionalidad, paisajes y patrimonio natural y cultural	3
	12. Sector cooperativo y comercialización de segundo grado	2
	13. Denominaciones de origen e instituciones de certificación de la calidad	1

³ Se pidió a los expertos que rellenasen los cuestionarios Delphi en dos ocasiones: antes y después de celebrar el grupo de discusión. Cada una de las rúbricas del cuestionario correspondió a la valoración, con una puntuación de 1 a 5, de las líneas de I+D+i identificadas mediante el análisis de las entrevistas. Tuvieron como finalidad que los participantes realizaran un ejercicio de reflexión, previo a la dinámica de grupo, así como incorporar los consensos derivados posteriormente al grupo de discusión.

⁴ Hemos de puntualizar que no se trata de la acepción clásica de grupo de discusión, pues no ofrece el requisito que, *strictu sensu*, han de cumplir estas técnicas: que los integrantes del grupo no se conozcan entre sí, algo que resulta prácticamente imposible entre el colectivo nacional de expertos sobre temas prospectivos de investigación e innovación.

mesa tuvo un papel activo en la conducción del grupo, especialmente patente a la hora de promover la obtención de consensos (Greenbaum, 1999).

Los talleres de participación estratégica tuvieron como objetivo construir, también de forma consensuada, un conjunto de orientaciones estratégicas para la mejora del sistema nacional de I+D+i. Se aplicó la técnica de visualización por tarjetas, que consiste en realizar una serie de preguntas a los asistentes, que deben responder por escrito y brevemente, en una tarjeta⁵. Una vez rellenas las tarjetas y leídas en público, se colocaron en un panel visible. Se procedió entre los asistentes a agrupar por temas y objetivos las diferentes acciones de I+D+i y se asignó a cada grupo un título.

El conjunto de técnicas de investigación empleadas no pretende reflejar una relación exhaustiva de temas y lineamientos de I+D+i, pero sí una visión panorámica de algunos de los principales debates y recomendaciones de actuación sobre los problemas y las prioridades de investigación, innovación y transferencia en el sector oleícola español. La interacción que tiene lugar en el diálogo entre expertos ofrece una gran riqueza de información sobre los diferentes argumentos expuestos.

En el siguiente apartado se reflejan los resultados obtenidos en los tres paneles de expertos, que a su vez comprenden en total 11 subtemas. Se exponen los principales consensos obtenidos, así como alguna controversia, y las más importantes líneas de debate. Se ilustran los argumentos con una selección de citas textuales emitidas en los grupos de discusión, así como con las recomendaciones estratégicas de actuación para el sistema nacional de I+D+i (figuras comprendidas entre la 2 y la 11).

Análisis de Resultados de los paneles de expertos

Innovación en la producción olivícola, sostenibilidad y aprovechamiento de subproductos de la cadena oleícola⁶

Erosión y degradación de los suelos

En buena parte de la superficie del olivar español es acuciante el problema de la *erosión*, sobre todo en zonas

con alta pendiente, lo que se encuentra integrado en una problemática más amplia de degradación y manejo de suelos. Los expertos consensuaron que éste es el principal problema ambiental del olivar español. Se afirmó que la mayor parte del trabajo de investigación se ha centrado en España en la cuantificación de la erosión y no tanto en ofrecer soluciones concretas para resolverla:

“Mucho de lo que se ha hecho es seguir cuantificando los problemas, más que ofrecer soluciones. Creo que hay una diferencia muy clara entre lo que se ha avanzado desde el punto de vista productivo y el tipo de soluciones que se han dado desde el punto de vista ambiental.”

Además, los expertos constataron que tampoco existen datos fidedignos de erosión a nivel de grandes áreas y cuencas, pues los ensayos realizados hasta la fecha son escasos y muy localizados frente a la intensidad, variabilidad y extensión que tienen los problemas de erosión en el olivar español. Se precisaría desarrollar investigaciones representativas a escala territorial y de carácter interdisciplinar, así como validar los modelos que evalúan las pérdidas de suelos:

“Los ensayos de medida de erosión y su efecto en el olivar son muy escasos, hay muy pocos y están muy localizados, básicamente en 3 o 4 sitios en Andalucía... Es muy difícil afinar los sistemas de manejo y ver realmente qué pérdidas de nutrientes y herbicidas tienen lugar, cuando te sales de las condiciones específicas de dichos ensayos... Es muy difícil extrapolar porque es muy limitada la información territorial de la que se dispone.”

Por otra parte, se constató la necesidad de investigar no sólo en términos de erosión y pérdida de suelos, sino más bien en términos de *erosión y degradación de suelos*:

“Tenemos olivares en los que no sólo estamos perdiendo suelo... Desde olivares que ya han llegado a un estado de degradación muy importante, donde habría que actuar prioritariamente, a olivares en los que el suelo no se encuentra en condiciones tan críticas. No hemos abordado este problema de forma sistemática.”

Además, se enfatizó, como un aspecto de innovación y transferencia, en que el colectivo investigador debería ofrecer pautas más claras de manejo a los olivicultores para la resolución de estos problemas. En particular, una de las principales alternativas para frenar la erosión

⁵ Cada una de estas preguntas hizo referencia a cada uno de los grupos de líneas de investigación e innovación. Así, por ejemplo, una de las preguntas fue: “¿Qué actuaciones se podrían diseñar para desarrollar las líneas de I+D+i prioritarias en el riego del olivar para la mejora de la eficiencia en el uso del agua?”

⁶ Algunas referencias bibliográficas españolas que compilan diferentes temas sobre olivicultura y sostenibilidad, así como sobre los sistemas de cultivo ecológico e integrado son, entre otras: Barranco *et al* (2008), Gómez Calero (2010), Guzmán Casado (2011), Pajarón (2007) y Saavedra y Pastor (2002).

y degradación del suelo es el desarrollo de *cubiertas vegetales* adaptadas a cada agro-ecosistema⁷, que además aumentan la eficiencia de las aportaciones de agua:

“Nos hemos llevado la sorpresa que hay muchos olivares manejados con cubierta como abonado en verde, labrándolo en primavera, que tienen un estado del suelo magnífico... Este tipo de trabajos un poco más aplicados nos podrían ayudar a afinar nuestros sistemas de manejo.”

Por otra parte, los expertos creen conveniente extender las cubiertas vegetales a la mayor parte posible del olivar de secano y no sólo a aquellas superficies con pendiente superior al 10%, como sucede en Andalucía desde 2010 como requisito de condicionalidad para los pagos directos de la PAC. Queda mucha investigación y experimentación por

realizar, pues habría que buscar cuáles son las especies de cubiertas más idóneas en los distintos suelos y climas, en función, entre otros aspectos, de cómo compiten por los recursos hídricos y minerales y de sus capacidades productivas. Es importante identificar el sistema de manejo de las cubiertas para los diferentes agro-ecosistemas y transferir los resultados a los agricultores. Finalmente, los expertos destacaron dos nuevas alternativas de investigación e innovación: por una parte, el manejo mecanizado de las cubiertas; por otra, el hecho de que determinadas cubiertas enterradas son biofumigantes y, por tanto, pueden ayudar a controlar la verticilosis.

En la figura 2 se exponen los resultados del taller de participación estratégica sobre erosión y degradación de los suelos.

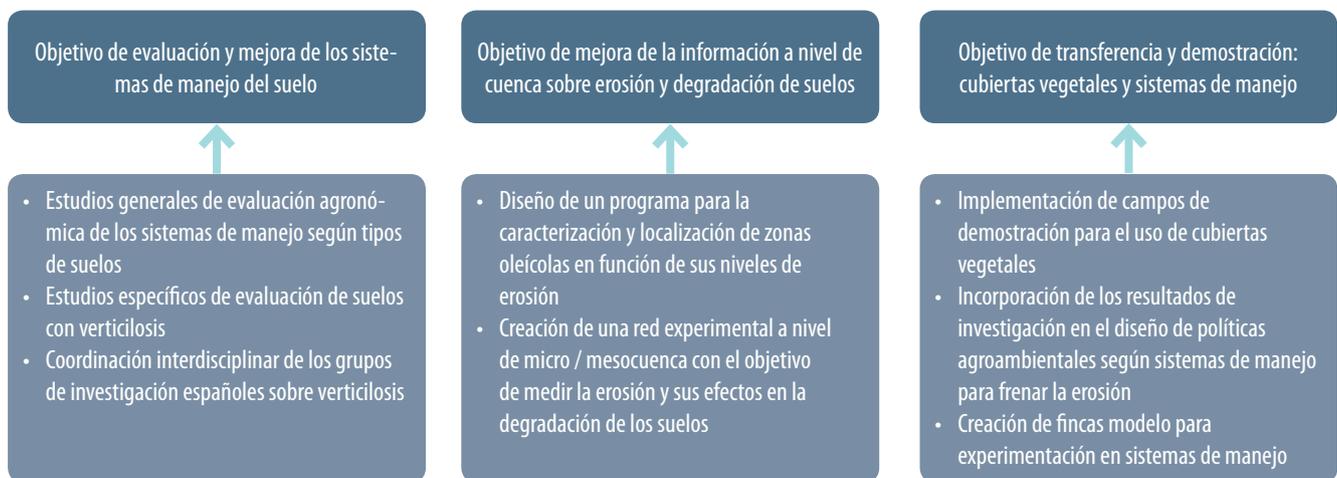


Figura 2: Recomendaciones estratégicas sobre erosión y degradación de los suelos

Aprovechamiento de residuos y subproductos de la cadena oleícola

Los principales tipos de residuos de la cadena oleícola que comienzan a tener aplicaciones en la **restitución de suelos** son dos: los restos de poda y el compost fabricado a partir de los alperujos. Estas soluciones son recomendables particularmente en el olivar en pendiente, debido a sus especiales problemas de erosión y degradación de suelos, por lo que se requiere hacer especial énfasis en las acciones de difusión y de transferencia.

En lo que concierne a los *restos de poda*, se ha demostrado que donde se reutilizan para mejorar el suelo, los resultados a nivel edáfico son más que aceptables. Sin embargo, en las zonas con mayor producción olivarera sobran restos de poda cuyo transporte suele tener problemas de rentabilidad. En consecuencia, el aspecto que determina la posibilidad o no de su aprovechamiento es la mejora en la mecanización de la recogida de la poda

con maquinaria eficiente que se adapte bien a la pendiente y minimice el impacto ambiental. Estos desarrollos tecnológicos han de proceder del sector empresarial de fabricación de maquinaria. Asimismo, para avanzar en el conocimiento de la sostenibilidad de los restos de poda, es preciso investigar sobre la degradación de la biomasa en el suelo en función de las condiciones del medio, así como las mejores prácticas de manejo para utilizar los residuos en diferentes tipos de suelo:

“Es evidente que la mejora del suelo es considerable donde se usa la poda Juntarlo con los compostajes o con cualquier otra práctica es fundamental en las condiciones de degradación que están nuestros suelos. Otra cosa es que cuando haya un exceso de poda, como pueda surgir en zonas muy productivas, puede ser hasta contraproducente que se quede en el suelo. Podría dar lugar a sustancias de tipo alelopático que acabarían incidiendo negativamente en el equilibrio del olivar.”

⁷ Vid. Rodríguez-Lizana *et al* (2007).

La transformación del *alperujo* en *compost* se utiliza fundamentalmente como enmienda orgánica y fertilizante, aunque con ciertas limitaciones. El principal problema al que se enfrenta la I+D+i es también el alto coste de su transporte: sólo compensa económicamente a los olivicultores cuando es aplicado en suelos próximos a la planta de transformación. Estos problemas de rentabilidad también afectan, por idénticos motivos, a la fabricación de abonos orgánicos a partir de alperujos.

La investigación más común en España se orienta a la mezcla del alperujo con otro tipo de residuos de bajo coste, resistentes a la biodegradación edáfica, con el fin de fabricar abonos orgánicos enriquecidos con materia orgánica lignocelulósica. El factor limitante de este fertilizante es la carencia de nitrógeno, pues al enriquecerse con nitrógeno se incrementa en exceso el pH, lo que constituye un problema de investigación básica de gran interés.

En lo que respecta a la **generación de energía** a partir de la biomasa oleícola, los *orujo*s y *orujillos* son su principal insumo⁸. Aunque ha existido una expansión de estas tecnologías durante los últimos tiempos, todavía subsiste la necesidad de promover determinadas líneas de in-

vestigación. Así, sería deseable incrementar la eficiencia energética de las tecnologías existentes en la actualidad, investigar en la gasificación (cuya combustión es más eficiente), así como resolver los problemas de impacto ambiental que genera el secado del orujillo.

En cuanto al aprovechamiento energético de los *restos de poda*, existen algunos desarrollos tecnológicos, pero su viabilidad no está asegurada todavía. Según los expertos, los principales problemas también proceden de la logística de la recogida de los restos de poda. Para que dicha actividad resulte rentable, es necesario optimizar los costes de transporte de una materia prima voluminosa y establecer criterios claros de localización de las plantas:

“Es importante investigar el aprovechamiento de los subproductos de la oleicultura agro-energética, donde tenemos un tema clave que es el problema de la logística. Si no hay números que hagan rentable que el olivicultor los transporte, lo vamos a tener difícil.”

En la figura 3 se exponen los resultados del taller de participación estratégica sobre aprovechamiento de residuos y subproductos de la cadena oleícola.

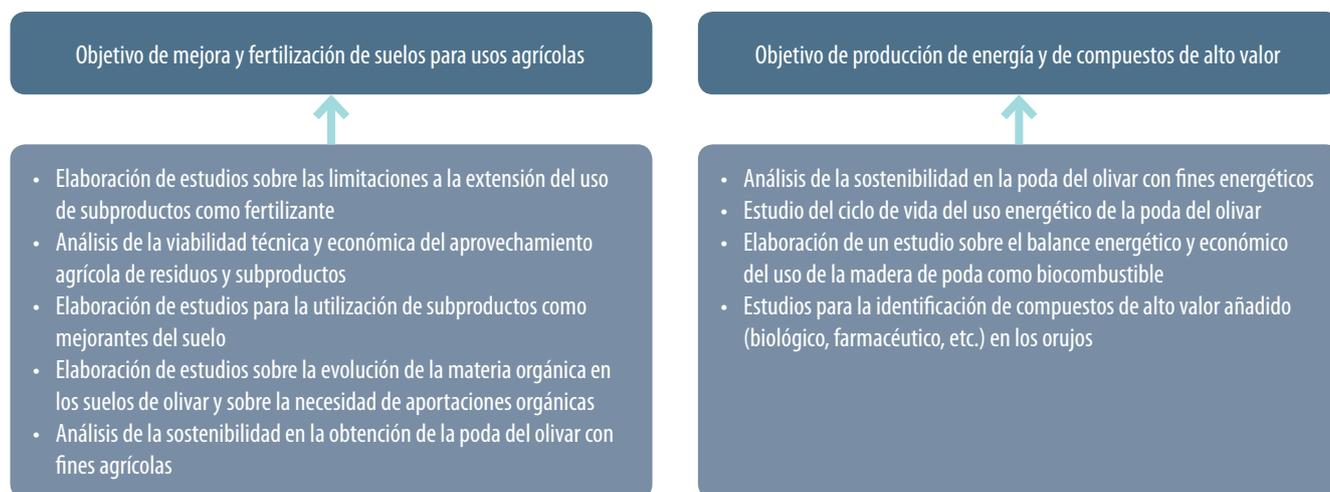


Figura 3: Recomendaciones estratégicas sobre aprovechamiento de residuos y subproductos de la cadena oleícola

Olivicultura ecológica, producción integrada y biodiversidad. Lucha contra malas hierbas, plagas y enfermedades

Existe un consenso en que el sistema de I+D+i, la acción política y el propio sector deberían considerar prioritaria la reducción y utilización racional de los **productos fitosanitarios**, por los riesgos que comportan en términos de seguridad alimentaria y de contaminación ambiental.

Los *herbicidas* han jugado un papel importante en el control de las malas hierbas, han favorecido la recolección y han abaratado costes. De hecho, un control eficiente de las malas hierbas puede suponer un incremento de un 20 a un 30% de la producción con un coste asociado más reducido. Sin embargo, según los expertos, el uso no controlado de herbicidas, insecticidas y fungicidas, ha comportado en las últimas décadas importantes riesgos de contaminación de suelos y acuíferos, si bien el consumo de estos productos ha disminuido algo en el último lustro.

⁸ Vid. Junta de Andalucía (2010).

Por otra parte, los expertos coincidieron en constatar que la *verticilosis* es posiblemente uno de los problemas más urgentes del olivar español, lo que afecta especialmente a las superficies en regadío de olivicultura superintensiva.

Los expertos coinciden en diagnosticar que la investigación sobre el control de la *verticilosis* ha de ser abordada mediante un enfoque interdisciplinar en forma de programa de investigación, en el que deberían estar involucrados al menos especialistas en patología vegetal, sistemas de cultivo y mejora genética. Esto se justifica por el hecho de no poder valorar con exactitud la importancia de los diferentes orígenes de propagación de la enfermedad:

“Los porqués están por conocer. No llega uno a saber si es progreso natural de la enfermedad por intercambio de material o está ligado a un desequilibrio ecológico dentro del propio olivar a nivel de microorganismos y de otros factores.”

Se considera que la propagación de la enfermedad puede deberse a causas dispares⁹, como son las prácticas inadecuadas en los viveros o los sistemas de riego inapropiados, como por ejemplo cuando se mantiene el suelo húmedo continuamente alrededor del tronco. El hongo puede proceder también de agua de riego contaminada o de otros cultivos sembrados anteriormente en la misma parcela. Los expertos también recomiendan potenciar la investigación en mejora genética, orientada a la obtención de material vegetal resistente a la *verticilosis* en las condiciones ambientales inherentes a la “nueva olivicultura”.

Las prácticas inherentes a los sistemas de **producción integrada y ecológica** son una alternativa de manejo con respecto a la lucha contra las malas hierbas, plagas y enfermedades. Los expertos matizaron que mientras que la producción ecológica se ubica preferentemente en España en los olivares menos productivos, aunque también comienza a localizarse en zonas de campiña, la producción integrada tiene una mayor vocación de expansión a todo tipo de olivares.

Se juzgó prioritario el desarrollo de sistemas alternativos de control de plagas mediante métodos de lucha integrada basados en el empleo de poblaciones de insectos auxiliares y, como recomendación general, el mantenimiento de un umbral de biodiversidad en las explotaciones:

“Una de las cuestiones que está clara es que el control de plagas y enfermedades está relacionado con la diversidad. En muchos casos, simplemente con dejar de usar fitosanitarios desaparece el problema de plagas, pero no siempre...”

El estudio de la **biodiversidad** en los agro-ecosistemas de olivar es quizás el área de investigación sobre la sostenibilidad del olivar en la que todavía prevalecen mayores carencias de investigación e innovación:

“Cuando hablamos de problemas ambientales, hay varios vacíos, pero sin duda uno es el tema de los estudios de biodiversidad. Lleva apareciendo en los trabajos de investigación desde hace veinte años pero, cuando en cualquier trabajo planteas cómo la cuantificamos, tenemos en el olivar un retraso comparativo con respecto a otro tipo de estudios ambientales.”

También se mencionó el problema de la conservación de la diversidad varietal del olivar español¹⁰. Hasta hace poco tiempo, el agricultor fue propagador de su propia planta, pero surgió en tiempos recientes una potente industria viverística, que hoy suministra toda la nueva planta, lo que viene aparejado a una drástica reducción del surtido varietal:

“Hoy en día son tres o cuatro variedades las que representan más del 95 % de lo que se vende en vivero. Está teniendo lugar una sustitución de variedades tradicionales por otras que se ajustan mejor a la nueva olivicultura”.

En la figura 4 se exponen los resultados del taller de participación estratégica sobre olivicultura ecológica, producción integrada y biodiversidad.

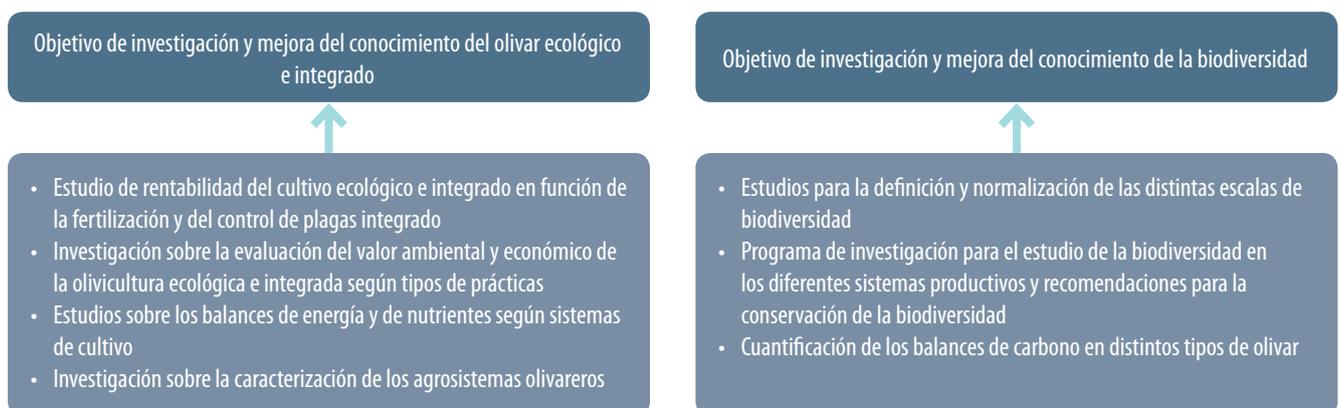


Figura 4: Recomendaciones estratégicas sobre olivicultura ecológica, producción integrada y biodiversidad

⁹ Vid. Mercado-Blanco y López-Escudero (2012).

¹⁰ Véase un inventario de las variedades del olivar español en Rallo (2004).

Riego del olivar y mejora de la eficiencia en el uso del agua

Desde el punto de vista de los objetivos de I+D+i, el desarrollo de tecnologías destinadas a la gestión eficiente del agua tiene un grado considerable de avance a escala universal. Sin embargo, la principal prioridad es actualmente transferir a los agricultores y a las instituciones locales criterios de sostenibilidad que permitan la asignación del agua según usos con criterios socioeconómicos y ambientales, por lo que proponen impulsar los servicios de asesoramiento a regantes:

“El uso del agua tiene que ser aceptable desde el punto de vista social y territorial, no a nivel de un agricultor determinado... Los recursos hídricos son generales y la ley dice que son de todos.”

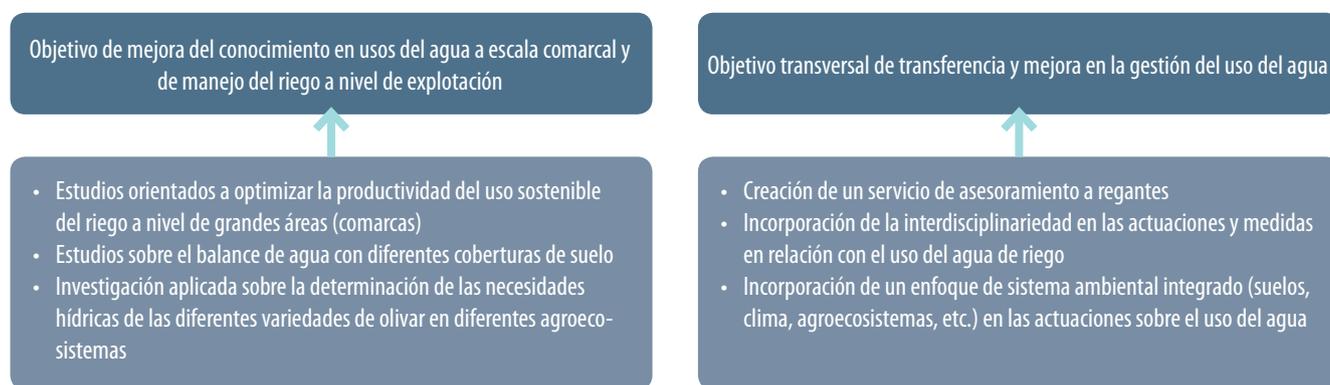


Figura 5: Recomendaciones estratégicas sobre riego del olivar y mejora de la eficiencia en el uso del agua

Tecnologías de elaboración industrial del aceite: calidad, seguridad alimentaria, salud y nuevos productos

Seguridad alimentaria y fraude en los aceites de oliva

La sensibilidad sobre los temas de *seguridad alimentaria* es elevada en las sociedades modernas. Sin embargo, la existencia de residuos de productos fitosanitarios es todavía una amenaza en el caso puntual de algunos aceites en España, según la opinión del panel. Actualmente se conocen los efectos de los distintos productos fitosanitarios, por lo que la resolución del problema tiene que ver esencialmente con acciones de transferencia. La principal medida a promover es, según los especialistas, que las actividades olivícolas se desarrollen bajo la asesoría de un técnico agrónomo que aconseje y capacite en materia de buenas prácticas. Esto implica el impulso a las Asociaciones de Producción Integrada (API) o a las Agrupaciones para el Tratamiento Integrado en Agricultura (ATRIA), que agrupan a agricultores para la contratación de un agrónomo.

También se propuso potenciar, de forma complementaria, sistemas eficaces de trazabilidad en las almazaras, lo que implica efectuar el análisis en el momento

Más concretamente, el panel concluyó que el riego deficitario del olivar suele obtener unas productividades y unas rentabilidades marginales elevadas y superiores a muchos otros cultivos. Por otra parte, en el ámbito de la investigación, se sugirió impulsar las investigaciones de carácter transversal e interdisciplinar, que incorporen a los estudios hídricos el manejo de las malas hierbas y del suelo. También se concluyó en la necesidad de que se evalúen económica y ambientalmente todos los usos alternativos del agua a escala comarcal, entre los que se encuentra el olivar de regadío.

En la figura 5 se exponen los resultados del taller de participación estratégica sobre riego del olivar y mejora de la eficiencia en el uso del agua.

de entrega de la aceituna a la cooperativa, aspecto que conlleva problemas logísticos y de gestión.

Los participantes coincidieron en señalar que el *fraude* es uno de los principales problemas que debe vigilar el sector, pues distorsiona la formación de precios, conduce a una pérdida de fiabilidad de los estándares y perjudica realmente a los numerosos aceites de calidad que existen en el mercado español.

Una primera amenaza es la existencia de otros aceites en el aceite de oliva, sobre todo en el aceite refinado. Aunque existe investigación suficiente para controlar este problema en buena medida, el punto crítico radica en la inspección del fraude, que es muy costosa. Por una parte, existen más de veinte tipos de indicadores analíticos para verificar si un aceite es sólo de oliva. Además, se están investigando actualmente nuevas técnicas basadas en la biología molecular que mejorarían los análisis mediante marcadores moleculares¹¹.

¹¹ Con respecto a la investigación española sobre seguridad alimentaria, detección del fraude y propiedades de los componentes químicos del aceite de oliva y de los subproductos, cabe destacar la revista *Grasas y Aceites. International Journal of Fats and Oils*, editada por el Instituto de la Grasa del CSIC, donde existe un núcleo importante de investigadores sobre estas materias.

Sin embargo, parece prioritario concentrar esfuerzos en el desarrollo de métodos rápidos y simples de detección de mezclas.

El segundo gran problema inherente a la potencialidad de fraude es la autenticidad del aceite virgen extra. Según los panelistas, se trata principalmente de un problema de certificación y transferencia, pero no tanto de investigación básica. Así, no debería dejarse en manos del productor asignar la denominación “virgen extra” a un aceite, pues debería certificarse por un organis-

mo independiente. En este sentido, la realidad refleja la existencia de aceites vírgenes calificados como vírgenes extra que no alcanzan la calidad sensorial requerida para obtener dicha denominación:

“Creo que habría que tener un sistema de garantías externas, auspiciado y financiado por el propio sector”.

En la figura 6 se exponen los resultados del taller de participación estratégica sobre seguridad alimentaria y fraude en los aceites de oliva.

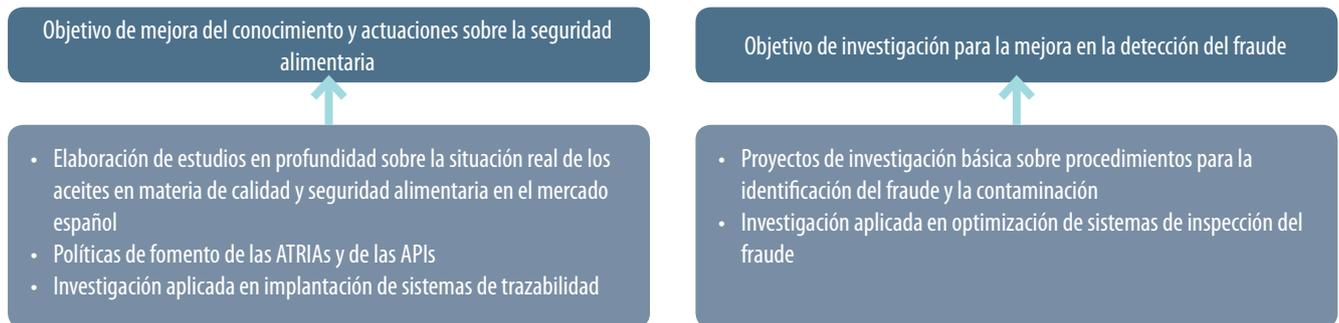


Figura 6: Recomendaciones estratégicas sobre seguridad alimentaria y fraude en los aceites de oliva

Innovación en almazaras, calidad y salud en el aceite de oliva

Desde una óptica de innovación, en las dos últimas décadas han tenido lugar importantes mejoras en materia de **calidad del aceite** en España. Este fenómeno ha sido motivado por los avances en las tecnologías de proceso elayotécnicas y de envasado, así como por la adopción de buenas prácticas en olivicultura, recolección, procesado de la aceituna y conservación del aceite¹². No obstante, los expertos afirmaron que las carencias más importantes del sector apuntan a un déficit de profesionalización y de formación de los maestros de almazara y los encargados de patio, lo que demanda seguir incidiendo en las políticas de formación profesional y empresarial:

“El maestro de almazara y el encargado de patio no suelen tener formación suficiente en calidad sensorial. Falta formación en los responsables de almazara y en los consumidores.”

Con respecto a la obtención de aceite de calidad, existe un avance considerable en la investigación en España. Sin embargo, se acordó en que el esfuerzo realizado en la mejora de la calidad del aceite no ha sido correspondido por una adecuada estrategia de puesta en valor de la misma, lo que constituye un verdadero punto

crítico del sector oleícola español. En este sentido, se necesita reorientar la política de innovación de las empresas, que ha de incidir en el impulso a las estrategias de marketing cuyo objetivo sea el reconocimiento de la calidad por los mercados¹³.

Los programas de investigación en **aceite de oliva y salud** están siendo impulsados en España en los últimos tiempos. Actualmente se están obteniendo resultados sobre los antioxidantes del aceite de oliva virgen, con propiedades antiinflamatorias y anticancerígenas, y sobre los mecanismos postpandriales¹⁴. Asimismo, se destacó la importancia futura de las actividades de investigación vinculadas a la producción de alimentos donde se sustituyan las grasas saturadas por aceite de oliva virgen.

Sin embargo, el grado de transferencia de los resultados de investigación al sector y al consumidor es todavía muy escaso. Los expertos señalaron que el problema de transferencia al consumidor se debe situar en un contexto más amplio de transmisión de una concepción multiatributo del aceite de oliva, en el que se aborden de forma conjunta el atributo “salud” y otros atributos como el “origen” o la “calidad sensorial”. Es urgente, por tanto, impulsar acciones de difusión y de educación del consumidor que tengan como objetivo difundir un ma-

¹² Algunos manuales que abordan los temas relacionados con la Elayotecnia o la calidad del aceite son, entre otros: Aparicio y Harwood (2003), Civantos (2008) y Uceda *et al* (2008).

¹³ Vid. apartado sobre comportamiento del consumidor y estrategias de marketing.

¹⁴ Algunos trabajos que compilan resultados científicos sobre la investigación en aceite de oliva y salud son, entre otros: López-Miranda *et al* (2010), Quiles *et al* (2006) y Sánchez-Quesada *et al* (2013).

yor conocimiento del producto tanto desde una óptica gustativa como saludable. Algunos ejemplos son los programas dirigidos a centros educativos infantiles, o bien las acciones divulgativas en medios de comunicación. Se subrayó la necesidad de emprender un programa de transferencia de amplio espectro en el que participaran centros de investigación y hospitales, el sector productor y envasador, las asociaciones de consumidores, la Interprofesional del Aceite de Oliva Español y la Administra-

ción. No obstante, existen redes de investigación sobre la materia, como es el caso de la red CEAS (Centro de Investigación en Aceite de Oliva y Salud), que integran a profesionales de la medicina e investigadores en eloytecnia, entre otros especialistas.

En la figura 7 se exponen los resultados del taller de participación estratégica sobre innovación en almazaras, calidad y salud en el aceite de oliva.

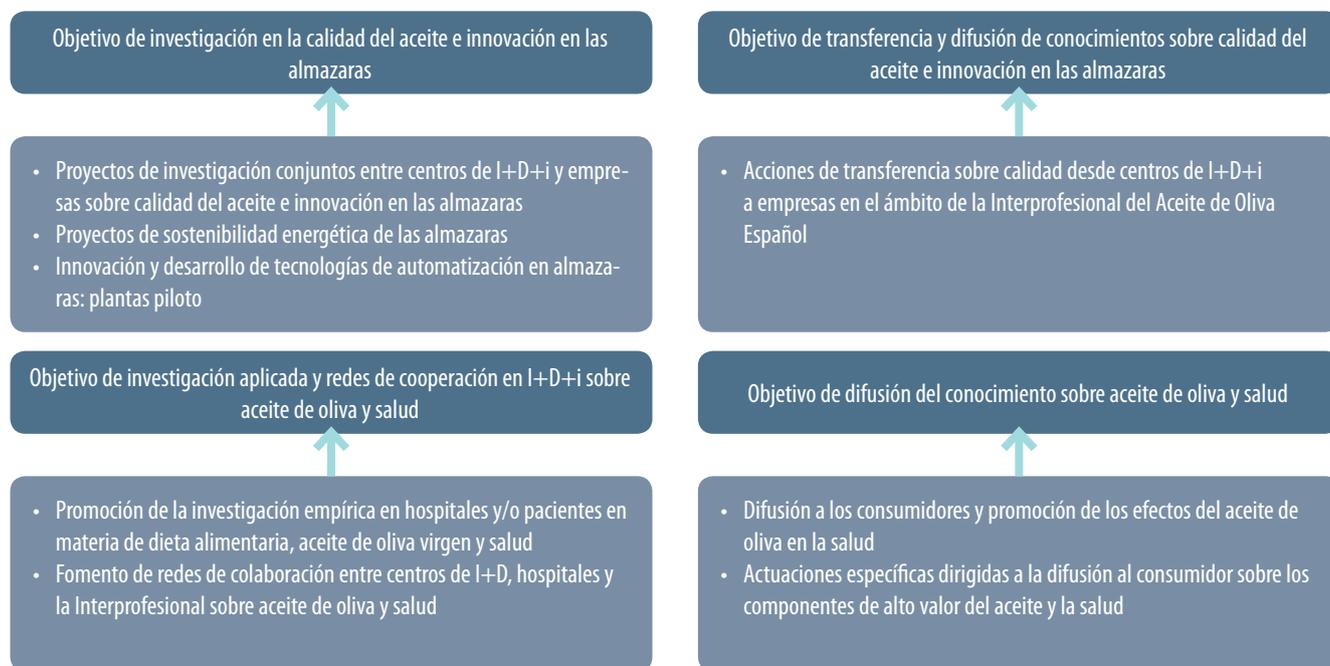


Figura 7: Recomendaciones estratégicas sobre innovación en almazaras, calidad y salud en el aceite de oliva

Nuevos productos derivados del olivar y del aceite

En el campo de la *cosmética* elaborada con aceite de oliva, existen en la actualidad numerosos avances de investigación en relación con sus efectos positivos en la piel. Sin embargo, los resultados son generalmente desconocidos por parte del sector productor y apenas existen acciones de transferencia tecnológica en esta materia a la industria oleícola. Por otra parte, existen buenas expectativas con respecto a la demanda de cosmética con aceite de oliva, pues los consumidores muestran una disposición al pago por la cosmética significativamente mayor que por el aceite. Hay que tener en cuenta que los márgenes comerciales de los productos de cosmética con aceite de oliva son muy altos (próximos al 100%), muy superiores a los relativos al aceite. La fabricación de cosmética podría suponer un apreciable complemento de rentas y una reducción de la estacionalidad en la fabricación:

“Resulta que cuando intentamos vender aceite de oliva virgen extra, te tiras hablando mucho rato y el que está delante no aguanta ni tres minutos. Te das cuenta que no

le interesa el tema ... Empiezas a hablar de cosmética y te da un juego y unas posibilidades insospechadas.”

Un aspecto clave del aprovechamiento de la *hoja de olivo* es la extracción de los componentes minoritarios de alto valor de la hoja y su potencial utilización en las industrias alimentaria y farmacéutica. En este caso, asistimos a un problema de investigación básica, puesto que el conocimiento sobre esta materia es exiguo. El aprovechamiento de la hoja podría dar lugar también en el futuro a una fuente adicional de ingresos en las comarcas de olivar marginal.

Otras líneas de investigación básica por desarrollar son las potencialidades de aprovechamiento de los antioxidantes del agua de lavado, así como las prometedoras líneas de obtención de componentes minoritarios de alto valor en los aceites o en los orujos.

En la figura 8 se exponen los resultados del taller de participación estratégica sobre nuevos productos derivados del aceite de oliva.

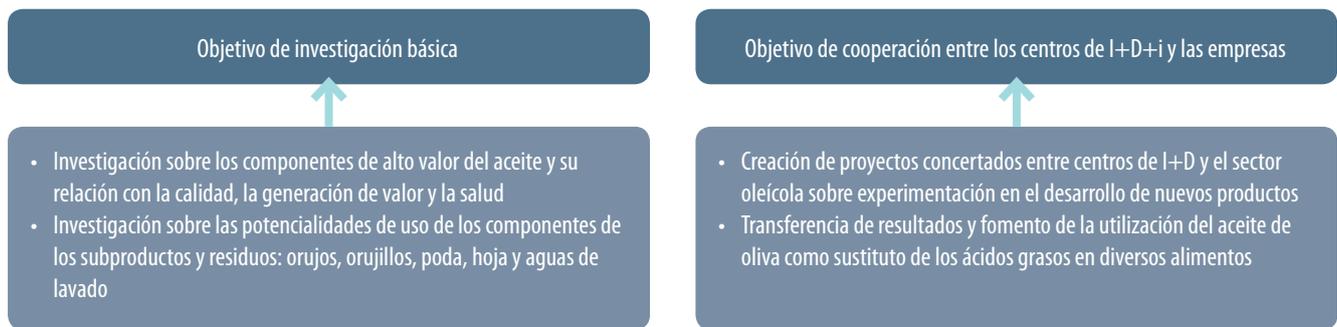


Figura 8: Recomendaciones estratégicas sobre nuevos productos derivados del olivar y del aceite

Comercialización, organización, patrimonio y territorio en el sector oleícola

Comportamiento del consumidor y estrategias de marketing¹⁵

En primer lugar, los expertos afirmaron que existe una investigación más consolidada sobre la oferta de aceite de oliva que sobre la demanda, debido a que las economías oleícolas están actualmente más orientadas a un modelo de oferta que de demanda. La investigación teórica sobre los modelos y las técnicas de demanda alimentaria se encuentra en un estado de avance a escala internacional más que razonable. Sin embargo, los expertos acordaron que las mayores carencias de investigación se encuentran en el conocimiento concreto del *comportamiento del consumidor* de aceite de oliva en los diferentes segmentos y mercados, sobre todo en los internacionales.

El principal obstáculo que tiene el *consumo de aceite de oliva* es que el consumidor desconoce las características del producto: aunque este déficit es mayor, lógicamente, en los mercados internacionales, es muy patente también en el caso del consumidor español. Desde una óptica de marketing, la solución debe proceder de las políticas de comunicación, promoción y publicidad, así como de los programas de educación sensorial de los consumidores: las catas comentadas resultan ser una herramienta muy relevante¹⁶. Así, se sugirió impulsar la investigación aplicada al análisis de los factores psicosociales y económicos que definen el comportamiento de los diferentes segmentos de consumo de aceite de oliva:

“Una pregunta que me hago, que no acabo de ver resuelta, es por qué el consumidor español, habituado al consumo de aceite de oliva, no diferencia el virgen extra del normal. Tengo la opinión de que sería tema de investigación sociológica y casi psicosocial, que merecería la pena abordar.”

Por otra parte, se consensuó que un canal que va a adquirir una importancia creciente en el futuro es la demanda de nuevos productos elaborados a base de aceite. Es el caso de la obtención de productos cárnicos en los que se han sustituido los ácidos grasos saturados por el ácido oleico del aceite virgen extra y de la utilización de aceites de oliva como insumo en la industria alimentaria, en lugar de otras grasas (industrias conserveras, industrias de bollería, etc.).

En el ámbito de las *estrategias de marketing*, un área de investigación relevante es la penetración de mercados para el aceite de oliva. Dichas estrategias han de ser diferenciales en función del canal y del segmento de mercado objetivo, así como según la tipología empresarial (gran cooperativa, pequeña almazara privada de calidad diferencial, etc.).

Con respecto a la penetración del aceite envasado en el *mercado nacional*, los expertos coincidieron en que los principales problemas son la gran concentración empresarial del sector de la Gran Distribución y el hecho de que el aceite es un producto gancho para dichas empresas. Como resultado, los márgenes agrarios e industriales son muy bajos. También se afirmó que el mercado interior español de aceite de oliva no es un mercado maduro, por lo que constituye el principal destino para incrementar el consumo de los aceites de oliva en el futuro próximo:

“Creo que el mejor mercado para incrementar el consumo, por lo menos de virgen extra, es España. ¿También hay margen para aumentar el consumo de aceite de oliva en general? Sí, fundamentalmente en el canal HORECA e incluso en el canal institucional, porque en los hogares hay una cuota de mercado más alta, que es más difícil incrementarla”

¹⁵ En Parras Rosa y Muñoz Guarasa (2012) aparecen compilados algunos trabajos recientes sobre consumo, estrategias empresariales, marketing y cooperativas en el sector oleícola español. Una visión sintética de los canales de comercialización de los aceites de oliva en España aparece reflejada en Rodríguez-Cohard y Parras Rosa (2012).

¹⁶ Cabe destacar la existencia de tres valiosos manuales de cata y cultura del aceite, que tienen una finalidad de difusión del análisis sensorial a los consumidores y a los agentes económicos: Alba Mendoza (2008), Jiménez Herrera y Carpio Dueñas (2008) y Uceda *et al* (2010).

En el ámbito de la penetración del aceite envasado en los *mercados internacionales*, la trayectoria del sector oleícola español es todavía corta, aunque intensa, pues durante muchas décadas el mercado se dirigió fundamentalmente hacia el consumo interior. En los últimos tiempos ha existido una coyuntura favorable al alza de la demanda mundial de aceite de oliva, que ha absorbido los aumentos de producción:

“En los mercados exteriores, los aceites de oliva están posicionados como los más saludables...La demanda está creciendo incluso en ausencia de estrategias de promoción y comunicación.”

Por otra parte, las estrategias de promoción y comunicación deberían adaptarse a las particularidades de la demanda de los países de destino. Con este fin, es prioritario investigar cuáles son atributos más valorados en los diferentes mercados nacionales, pues existe una apreciable variabilidad del comportamiento del consumidor de un país a otro. La investigación aplicada debe incidir también en cómo puede conseguirse el maridaje de los aceites de oliva con las gastronomías de países no

mediterráneos y cuáles son las estrategias de comunicación que permiten una mayor penetración del aceite:

“Los aceites de oliva están posicionados en segmentos de usos de escaso tiempo de cocinado, como las ensaladas. Eso limita las posibilidades de crecimiento de la demanda....Yo haría un tipo de promoción vinculado a cada gastronomía nacional o del lugar.”

Con respecto al tema del etiquetado, se adoptaron en el debate posiciones diferentes pero complementarias. Una opinión es que si el consumidor desconoce qué es el aceite de oliva virgen extra, si añadimos demasiada información al etiquetado, el consumidor se satura y desaparece la efectividad del mensaje. Otra visión fue que la etiqueta es la única fuente de información rápida y a coste cero para el consumidor, por lo cual, como su tiempo es escaso, ha de aportar información clara y efectiva, que se comprenda en quince segundos.

En la figura 9 se exponen los resultados del taller de participación estratégica sobre comportamiento del consumidor y estrategias de marketing.

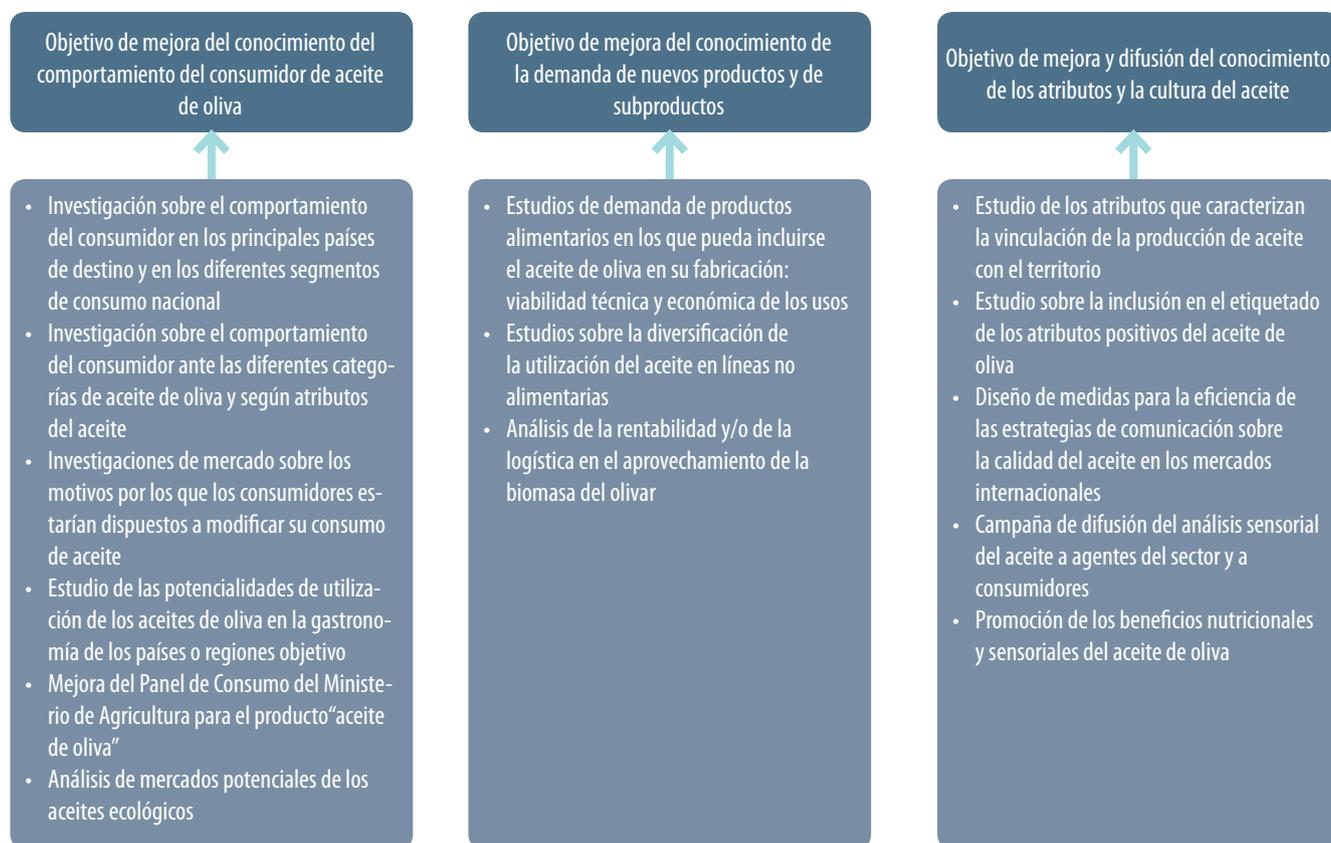


Figura 9: Recomendaciones estratégicas sobre comportamiento del consumidor y estrategias de marketing

Organización empresarial de la industria almazarera y las cooperativas

Aunque el objetivo del sector almazarero es vender aceite envasado con marca en una proporción crecien-

te, no debe olvidarse el mercado de graneles, pues sigue siendo en la actualidad el destino mayoritario de comercialización en origen del aceite en España. El principal problema que tiene la industria almazarera es su gran

atomización (1700 almazaras) frente a una industria envasadora y un sector de distribución de carácter marcadamente oligopólicos, lo que determina un escaso poder de negociación para las almazaras y potencia una caída estructural del precio en origen del aceite. Además de la necesidad de que las almazaras se asocien comercialmente, los expertos juzgaron prioritaria la investigación sobre el establecimiento de criterios para profesionalizar las almazaras, sobre todo en el ámbito de sus funciones comerciales, pues hay una carencia de verdaderos gerentes y agentes comerciales en muchas cooperativas:

“ Hay otro grave problema, que es que ya no sólo vende la almazara, sino que es el propio agricultor el que le dice a la almazara que le venda su aceite, con lo cual ya estamos multiplicando el número de vendedores y no estamos racionalizando los momentos de venta. Vendemos en cualquier momento por múltiples causas, pero nunca por criterios profesionales de venta: por la boda de mi hija, por la feria de mi pueblo...”

Los expertos debatieron sobre qué organizaciones son las más adecuadas para la articulación productiva y comercial del sector. Una primera propuesta fue promover la concentración de *cooperativas* en unidades más grandes de primer grado, que fueran más aptas para la profesionalización de sus empleados. Así, todavía hay muchos municipios donde existen varias cooperativas, por lo que

una agrupación cooperativa a escala municipal determinaría al menos una importante reducción de los costes de producción y una mayor agrupación de la oferta.

Otro condicionante que limita seriamente la capacidad empresarial de las cooperativas es, según los especialistas, el principio de “un hombre, un voto”, pues no pueden jugar el mismo papel el pequeño agricultor a tiempo parcial que el agricultor profesional que vive de su explotación. Las cooperativas responden frecuentemente a dinámicas sociales que no se explican por una simple búsqueda de la rentabilidad económica (Ruiz, 2006). Por ello, se propuso investigar y transferir los resultados sobre los mecanismos sociológicos, económicos y antropológicos que condicionan la dinámica interna de las cooperativas.

Por otra parte, las *cooperativas de segundo grado* son un instrumento para la comercialización en común de las cooperativas de primer grado. Sin embargo, no existió un consenso entre los participantes sobre el papel que éstas deben desempeñar. Mientras que algunos expertos creen que es positivo fomentar su creación, otros opinan que hay que impulsar previamente estructuras de primer grado que tengan una dimensión y una profesionalización suficientes.

En la figura 10 se exponen los resultados del taller de participación estratégica sobre cooperativas y organización empresarial de la industria almazarera.

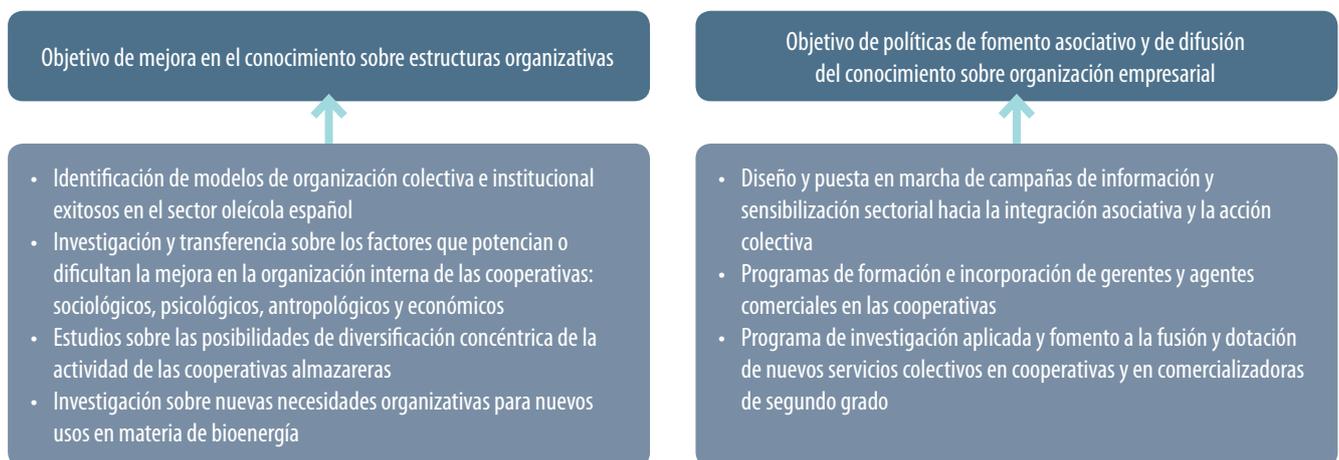


Figura 10: Recomendaciones estratégicas sobre organización empresarial de la industria almazarera y las cooperativas

Certificación de la calidad y denominaciones de origen

Los expertos recordaron que la diferenciación del producto no la da el productor, sino que es algo que existe en la mente del consumidor. Más en particular, las estrategias de *certificación de la calidad diferencial*, como son las denominaciones de origen protegidas (DOP), la olivicultura ecológica o la producción integrada, entre otras, han de adquirir una creciente orientación a la demanda, lo que no ha ocurrido con la deseada frecuencia en España.

El debate general sobre la diferenciación del aceite puso de manifiesto que posiblemente se ha segmentado demasiado con respecto a la capacidad de los consumidores para reconocer y valorar los atributos diferenciales de un aceite:

“¿El ecológico es un elemento de diferenciación?: sin duda. ¿La DOP es un elemento de diferenciación?: sí. ¿La producción integrada es un elemento de diferenciación?: sí... A veces, estamos pensando en los atributos de

diferenciación como si fueran para nosotros (expertos y entendidos),... pero es que nosotros somos un segmento de mercado muy minoritario. El éxito de una estrategia de diferenciación depende fundamentalmente de la demanda, no de la oferta.”

En primer lugar, se propuso investigar los atributos de diferenciación del aceite de oliva relacionados con el medio ambiente y los nichos y segmentos que los demandan: es el caso potencial de los segmentos del aceite ecológico y de producción integrada¹⁷, si bien este último apenas manifiesta notoriedad para los consumidores.

En segundo término, la etiqueta de *denominación de origen* es considerada por los consumidores como una garantía de calidad sensorial, aunque ello no implica necesariamente que los reglamentos reflejen estándares de calidad para sus aceites más exigentes que la categoría de virgen extra, lo que sí sucede en el caso de determinadas DOP. En los últimos años ha habido una rápida implantación de DOP de aceite de oliva en España, sobre todo a partir de 2000: en 2014 hay 28 DOP reconocidas. En el debate se analizaron los condicionantes que limitan la eficiencia del actual modelo español de DOP de aceite de oliva. Muchas denominaciones no están convirtiéndose en un instrumento de integración y promoción comercial, por lo cual los olivicultores que esperan beneficios más inmediatos, pueden considerar su pertenencia a una DOP como un sobrecoste. A pesar de que el consumidor tiene una percepción positiva

del factor “origen”, la notoriedad del aceite con DOP no consigue despegar:

“En diferentes encuestas sobre consumo de aceite de oliva, el factor “origen” sale sistemáticamente 3-4 puntos por encima del factor “DOP”, mientras que la “DOP” aparece en el grupo de cola.”

Desde el punto de vista de los logros alcanzados por las DOP, los expertos destacaron la función de concienciar al productor y al consumidor sobre la calidad del aceite, lo que ha tenido efectos beneficiosos indirectos para el conjunto del sector. Asimismo, se reconoció que una de las consecuencias más positivas de la actividad institucional de las DOP ha sido fomentar organizaciones interprofesionales oleícolas a escala local, lo que resulta especialmente efectivo en las áreas desfavorecidas donde no habían existido anteriormente instituciones vertebradoras del desarrollo oleícola local¹⁸. En este sentido, se propuso impulsar una línea de investigación consistente en analizar los factores socioeconómicos y culturales que favorecen la vertebración del sector productor y comercializador local, en base a experiencias de éxito. Asimismo, se sugirió investigar qué atributos de los aceites con DOP deberían utilizarse en las estrategias de marketing y cómo integrarlos en la promoción del territorio en su conjunto.

En la figura 11 se exponen los resultados del taller de participación estratégica sobre certificación de la calidad y denominaciones de origen, conjuntamente con los relativos al siguiente subapartado.

¹⁷ Vid. apartado sobre olivicultura ecológica, producción integrada y biodiversidad.

¹⁸ Algunas investigaciones sobre la actividad interprofesional e institucional de las DOP de aceite de oliva en España son: Coq et al (2014), Sanz-Cañada (2009) y Sanz-Cañada y Macías-Vázquez (2005).

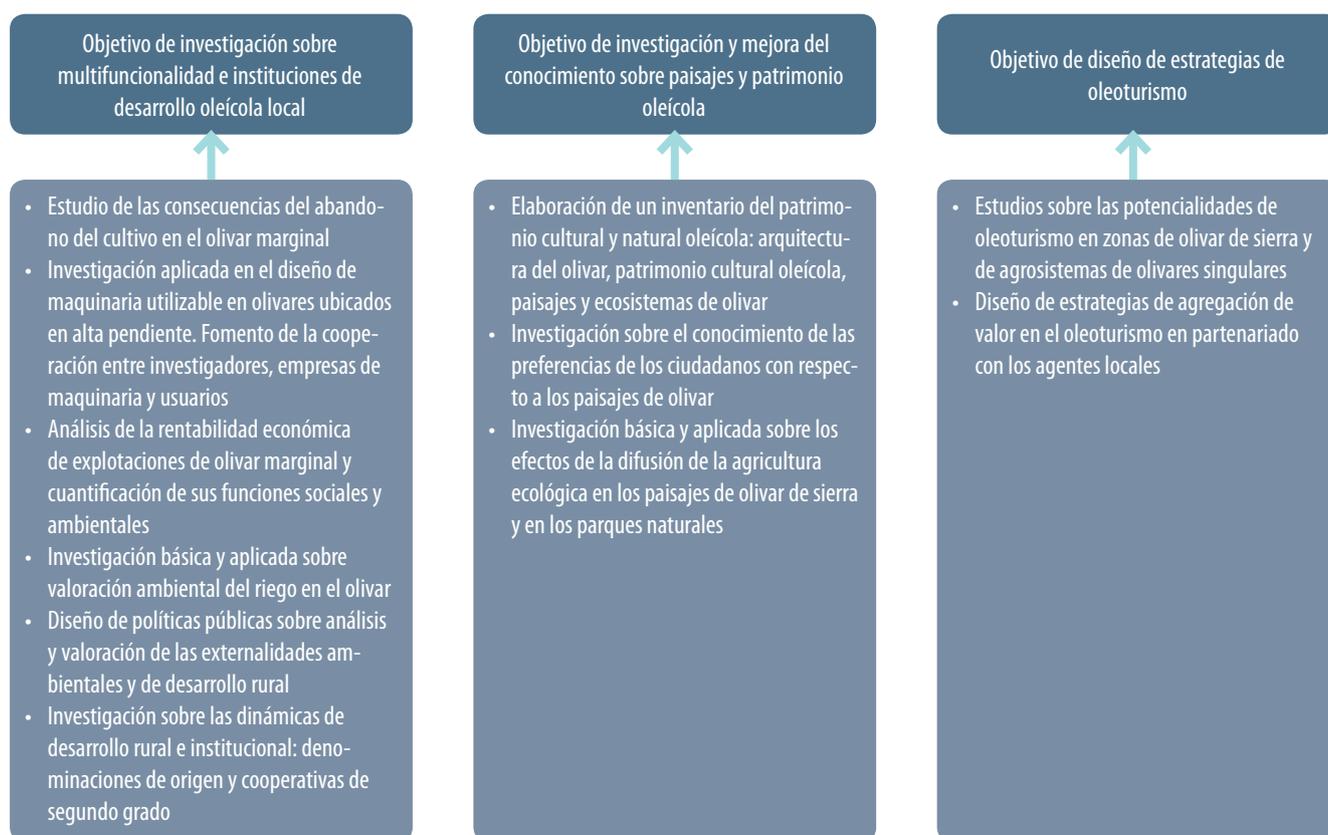


Figura 11: Recomendaciones estratégicas sobre certificación de la calidad, denominaciones de origen, multifuncionalidad y paisajes de olivar

Multifuncionalidad y paisajes de olivar

El análisis de la *multifuncionalidad* en el olivar y en el aceite de oliva, que tuvo un lugar destacado en los debates del panel, puede ofrecer implicaciones apreciables en materia de políticas públicas¹⁹. En este sentido, hubo un acuerdo en que los territorios con mayor necesidad de ser objeto de las políticas públicas son los sistemas productivos locales de olivar de montaña de bajo rendimiento, en su calidad de productores de bienes públicos. Son olivares marginales que no tienen posibilidades de transformar su cultivo en regadío y que están sometidos a serias restricciones de rentabilidad derivadas del medio físico. Casi una tercera parte de la superficie olivícola española corresponde a esta tipología de olivar (800.000 ha), según los expertos.

El olivar de montaña, considerado como productor de bienes públicos, satisface funciones que demanda la sociedad en materia de paisajes, medio ambiente, biodiversidad, ocupación del espacio, freno al despoblamiento rural, complemento de rentas, etc. Por tanto, si cumple con una determinada condicionalidad ambiental y de desarrollo sostenible, tiene legitimación

social para ser financiado con políticas públicas. Así, es difícil que el olivar marginal compita en precios con las nuevas producciones intensivas y superintensivas, que están en expansión a escala mundial.

En consecuencia con la problemática mencionada, se planteó impulsar la investigación aplicada sobre la evaluación del grado de marginalidad física en el olivar español. Guzmán Álvarez (2004) obtuvo como resultado que la quinta parte del olivar andaluz podía ser considerado como olivar marginal (200.000 ha), en base a criterios de marginalidad física inherentes a la pendiente y al tipo de suelo. Sin embargo, la ausencia de una valoración de la marginalidad física y económica que abarque el conjunto del territorio olivícola español supone actualmente una carencia cara a la implementación de políticas multifuncionales.

En relación con lo anterior, se aludió a la importancia de investigar los umbrales de rentabilidad a partir de los cuales puede producirse el abandono de las explotaciones en distintas comarcas oleícolas, en función de los rasgos del medio físico, del rendimiento productivo, de las estructu-

¹⁹ En el ámbito de las políticas territoriales y ambientales, los expertos recomendaron actualizar anualmente, en el caso de Andalucía, el estudio sobre “El Olivar Andaluz” (Junta de Andalucía, 2003), así como extenderlo a escala nacional. En dicho estudio se cuantificaron y se expresaron territorialmente toda una serie de variables por tipologías de sistemas de cultivo de olivar: características del medio físico, estructuras agrarias, niveles de productividad, etc. Es una información muy relevante para el diseño de políticas.

ras agrarias, del grado de apoyo de las políticas públicas, etc. Otro tema relevante de investigación es diseñar qué alternativas ambientales y económicas requieren ser impulsadas para los olivares más abocados al abandono.

También se juzgó conveniente poner en marcha un programa de I+D+i destinado a la valoración y la jerarquización de las funciones que el olivar tiene como bien público²⁰, así como determinar qué tipo de condicionalidad hemos de establecer para el olivar de bajo rendimiento:

“¿Cuáles son los argumentos para pensar qué es lo que hacemos con los olivares marginales?. Por un lado, están los argumentos emocionales y los criterios estéticos ligados al paisaje, por otra parte, los argumentos sociales y sobre la población y, finalmente, la consideración de estos olivares como bien público a escala agroambiental. Entonces, ¿qué bienes públicos ofrecen estos olivares? Aquí es donde creo que debería centrarse la investigación.”

No obstante, en el caso del olivar más marginal, existió cierto disenso con respecto a la conveniencia de emplear fondos públicos para remunerar la reducción de externalidades ambientales negativas. Algunos expertos propusieron dejar adhechar cierto olivar marginal:

“Hay que hacer una reconversión importante del olivar, de plantaciones que habrá que ir modernizándolas en muchos lugares. Pero también hay muchas zonas donde el olivar no tiene sentido... Lo mejor que le puede pasar a ese olivar es que se adheche y vuelva a ser lo que nunca debió dejar de ser.”

Finalmente, algunos especialistas plantearon que las políticas públicas agroambientales se aplicasen no sólo al olivar en pendiente, sino también, en su justa medida, al olivar de rendimientos medios en secano, que es la tipología de olivar más frecuente en España: 1.200.000 ha, según los expertos.

Por otra parte, el *oleoturismo* y las estrategias locales de calidad diferencial pueden obtener conjuntamente sinergias en la promoción de los intangibles territoriales y ejercer una complementariedad en la obtención de rentas. También se constató que estamos perdiendo un gran patrimonio arquitectónico, sobre todo de casas-cortijo, que fueron en su día modelos de arquitectura rural y que podrían tener una implicación mayor en el desarrollo del *oleoturismo*.

Consideraciones Finales

Se estableció como premisa de trabajo en los paneles presenciales de expertos la búsqueda progresiva de un cierto nivel de consenso entre los expertos, tanto en el ámbito de la interacción dialógica como en la formulación de las recomendaciones estratégicas.

Desde una visión transversal a las diferentes áreas temáticas, un primer consenso reflejó la existencia de un déficit generalizado de acciones de transferencia de innovaciones y conocimientos por parte del sistema nacional de I+D+i a las empresas y a los agricultores. La premura de llevar a cabo acciones de transferencia es superior, en líneas generales, a la relativa a las actividades de investigación *strictu sensu* en muchos ámbitos temáticos. Este resultado se reproduce con bastante claridad en la I+D+i destinada a la corrección de externalidades ambientales en la olivicultura y en las almazaras, al comportamiento del consumidor, a las prácticas de calidad o a las innovaciones en las técnicas de transformación industrial, entre otras. El sistema nacional tiene que resolver este punto de estrangulamiento del desarrollo oleícola futuro, máxime teniendo en cuenta la escasa propensión a la demanda y la baja adopción de innovaciones que tienen de media las empresas oleícolas españolas hoy en día.

Una segunda opinión generalizada es la necesidad de abordar las acciones de I+D+i mediante enfoques interdisciplinares y transdisciplinares en los que intervengan investigadores de diferente tipo de especialización. Hay que tener en cuenta que los problemas que el sistema nacional ha de resolver tienen una complejidad creciente, lo que es patente en cuestiones como la calidad, la seguridad alimentaria, la sostenibilidad o la multifuncionalidad, entre otros aspectos. En realidad, hasta ahora han predominado las acciones de carácter disciplinar. Como resultado de los análisis realizados, se constató no sólo la necesidad de complementar el enfoque disciplinar y longitudinal llevado a cabo en este artículo con un análisis interdisciplinario. Es por ello que la secuencia de métodos de investigación social condujo a la realización de una tercera fase en el proyecto de investigación²¹ basada en la interrelación de carácter transversal y transdisciplinar entre el conocimiento técnico (agronómico, elayotécnico, ecológico, etc.) y el relativo a las Ciencias Sociales²².

²⁰ Algunos trabajos recientes de investigación sobre la valoración de las diferentes funciones de los sistemas oleícolas locales como bienes públicos son: Arriaza y Nekhay (2010), Carmona-Torres *et al* (2014), Gómez-Limón (2010), Parra-López *et al* (2004) y Pérez y Pérez *et al* (2013).

²¹ Vid. figura 1.

²² La metodología de la tercera fase consistió en la realización de dos análisis Delphi a un gran número de expertos (85 en total) en dos grandes áreas temáticas transversales e interdisciplinares: i) cadena de valor, calidad, seguridad alimentaria y consumo (enfoque de cadenas alimentarias); ii) sostenibilidad, territorio y desarrollo rural (enfoques territoriales y ambientales).

Asimismo, también se acordó la urgencia de adoptar un enfoque territorializado en la resolución de problemas ambientales y de desarrollo rural en los que interviene el sector oleícola: los programas de investigación aplicada y de transferencia ha de tener en cuenta, por una parte, la heterogeneidad agroambiental y de prácticas de manejo y, por otra, el alto grado de diversidad del entorno socioeconómico, cultural e institucional de la geografía oleícola nacional.

En conclusión, se ha expuesto la importancia del desarrollo de investigaciones transdisciplinarias para la resolución de problemas complejos a través de un proceso interactivo de investigación en el que han intervenido investigadores y expertos de disciplinas muy diversas, con el objetivo de identificar los problemas relevantes en el sector oleícola y ofrecer un conocimiento que responda a sus necesidades de sostenibilidad. Las prácticas desarrolladas y los principios en los que se sustentan se enmarcan en lo que Lang et al. (2012) denominan *ciencia sostenible*. El resultado de este proceso se ha materializado en un consenso sobre la necesidad de impulsar políticas y programas de I+D+i sobre el sector oleícola español que conduzcan a que su liderazgo productivo a escala internacional que no venga sólo aparejado en materia de investigación, sino también en innovación y transferencia. Pero además, el contexto de cambio estructural en la cadena oleícola, en el consumo y en la nueva orientación de la PAC 2014/20, demandan realizar un esfuerzo especial en el diseño de programas que superen la excesiva fragmentación existente en la actualidad entre diferentes grupos de investigación y entre diferentes disciplinas. De esta forma se contribuye a solucionar problemas complejos, si bien su éxito dependerá de involucrar en el proceso de toma de decisiones a la comunidad científica, los actores del sector y las instituciones relacionadas con el desarrollo territorial.

BIBLIOGRAFÍA

Alba Mendoza, J, 2008. *Aceite de oliva virgen: análisis sensorial*. Madrid: Ed. Agrícola Española.

Aparicio, R, Harwood, J, 2003. *Manual del aceite de oliva*. Madrid: A. Madrid Vicente.

Arriaza, M y Nekhay, O, 2010. Evaluación social multicriterio del territorio agrícola: el caso del olivar de baja producción, *Revista de Estudios Agrosociales y Pesqueros*, 226: 39-65.

Barranco, D, Fernández-Escobar, R y Rallo, L (Eds.), 2008. *El cultivo del olivo*. Madrid: Ed. Mundi Prensa.

Carmona-Torres C, Parra-López C, Hinojosa-Rodríguez A y Sayadi S, 2014. Farm-level multifunctionality associated with farming techniques in olive growing: An integrated approach. *Agricultural Systems*, 127: 97-114.

Civantos, L, 2008. *Obtención del aceite de oliva virgen*. Madrid: Ed. Agrícola Española.

Coq-Huelva, D, Sanz-Cañada, J y Sánchez-Escobar, F, 2014. Conventions, Commodity Chains and Local Food Systems: Olive Oil Production in "Sierra de Segura" (Spain), *Geoforum*, 56: 6-16

Gómez Calero, JA (Ed.). *Sostenibilidad de la producción de olivar en Andalucía*. Sevilla: Junta de Andalucía, 2010.

Gómez-Limón, JA, 2010. Evaluación de la sostenibilidad del olivar en Andalucía: una propuesta metodológica, *Cuides*, 5: 95-140.

Greenbaum, TL, 1999. *Moderating focus groups: A practical guide for group facilitation*. Thousands Oaks, USA: Sage Pubs.

Guzmán Casado, G (Ed.), 2011 *El olivar ecológico*. Sevilla: Junta de Andalucía y Ed. Mundi-Prensa.

Guzmán-Alvarez, JR, 2004. *Geografía de los paisajes del olivar andaluz*. Sevilla: Junta de Andalucía.

Jiménez Herrera, B, Carpio Dueñas, A, 2008. *La cata de aceites. Aceite de oliva virgen. Características organolépticas y análisis sensorial*. Sevilla: Junta de Andalucía

Johnson, RB, Onwuegbuzie, AJ, Turner, LA, 2007. Toward a definition of mixed methods research, *Journal of Mixed Methods Research*, 1 (2), 112-133.

Junta de Andalucía, 2003. *El olivar andaluz*. Sevilla: Junta de Andalucía.

Junta de Andalucía, 2010. *Potencial energético de los subproductos de la industria olivarera en Andalucía*. Sevilla: Junta de Andalucía.

Lang, DJ et al, 2012. Transdisciplinary research in sustainability science: practice, principles, and challenges, *Sustainability Science*, 7 (Suppl. 1): 25-43.

López-Miranda J et al, 2010. Olive oil and health: Summary of the II international conference on olive oil and health consensus report, Jaén and Córdoba (Spain) 2008, *Nutr Metab Cardiovasc Dis*, 20 (4): 284-294.

Mercado-Blanco, J, López-Escudero, FJ, 2012. Verticillium wilt of olive and its control: The heat is on, *Plant and Soil*, 355(1-2): 17-21.

Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAGRAMA), 2013. *Datos de las DOP e IGP de productos agroalimentarios: 2012*. Madrid: MAGRAMA.

Oakley, P, 1991. *Projects with people: the practice of participation in rural development*. Geneva: International Labour Organization.

Pajarón, M, 2007. *El olivar ecológico*. Eds. La Fertilidad de la Tierra y Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

Parra-López, C, Calatrava-Requena, J y de Haro-Giménez, T, 2004. *Análisis multifuncional de sistemas agrarios: aplicación del método del proceso analítico jerárquico al olivar de producción convencional, ecológica e integrada en Andalucía*. Málaga: Fundación Unicaja y Analistas Económicos de Andalucía.

Parras Rosa, M, y Muñoz Guarasa (Eds.), 2010. Oleicultura en proceso de cambio: retos y oportunidades, *Revista de Estudios Empresariales*, 2010 (1), número especial: 1-216.

Pérez y Pérez, L, Egea, P y Sanz-Cañada, J, 2013. Valoración de externalidades territoriales en denominaciones de origen de aceite de oliva mediante técnicas de Proceso Analítico de Red, *ITEA*, 109 (2): 239-262.

Quiles, JL, Ramírez-Tortosa, MC, Yaqoob, P, 2006. *Olive Oil & Health*. Oxfordshire, UK: CABI.

Rallo, L (Ed.), 2004. *Varietades de olivo en España*. Madrid: Ed. Mundi-Prensa.

Rodríguez-Cohard, JC y Parras Rosa, M, 2012. Los canales de comercialización de los aceites de oliva españoles, *Cuadernos de Estudios Agroalimentarios*, 4: 93-102.

Rodríguez-Lizana, A, Ordóñez-Fernández, R, Gil-Ribes, J (Eds.), 2007. *Cubiertas vegetales en olivar*. Sevilla: Junta de Andalucía.

Ruiz, C, 2006. Disfunciones en el gobierno de las sociedades cooperativas agrarias: el caso de las almazaras cooperativas, *Revista Vasca de Economía Social*, 2: 73-103.

Saavedra, M, Pastor, M, 2002. *Sistemas de cultivo en olivar. Manejo de malas hierbas y herbicidas*. Madrid: Ed. Agrícola Española.

Sánchez-Quesada, C, López-Biedma, A, Warleta, F, Campos, M, Beltrán, G, Gaforio, JJ, 2013. Bioactive Properties of the main triterpenes found in olives, virgin olive oil, and leaves of *olea europaea*, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 61 (50): 12173-12182.

Sanz-Cañada, J, 2009. Les appellations d'origine protégée d'huile d'olive en Espagne, *Options Méditerranéennes* A, 89: 237-254.

Sanz-Cañada, J, Hervás-Fernández, I, Sánchez-Escobar, F y Coq-Huelva, D, 2012 a. *Investigación e innovación en el sector del aceite de oliva en España. Problemas, oportunidades y prioridades de I+D+i*. Madrid: ALENTA, Plataforma Tecnológica del Olivar. <http://hdl.handle.net/10261/51799>

Sanz-Cañada, J, Coq Huelva, D, Sánchez-Escobar, F y Hervás-Fernández, I, 2012 b. Environmental and territorial problems of the Spanish olive oil sector and priorities for research and innovation: a Delphi analysis; en Arfini, F, Mancini, MC & Donati, M (Eds.) *“Local Agri-Food Systems in a Global World: market, social and environmental challenges”*. Newcastle-upon-Tyne, UK: Cambridge Scholars Pub.: 173-193.

Sanz-Cañada, J y Macías-Vázquez, A, 2005. Quality certification, institutions and innovation in local agro-food systems: protected designations of origin of olive oil in Spain, *Journal of Rural Studies*, 21: 475-486.

Sayadi, S, Ruiz Avilés, P, Vázquez Cobo, A, 2012. Prioridades de I+ D en el sistema agroalimentario andaluz: especial referencia a su complejo olivarero-oleícola, *Revista Española de Estudios Agrosociales y Pesqueros*, 233: 129-178.

Schnelle, W y Stoltz, I, 1987. *The metaplan method: Communication tools for planning learning groups*. Goethestrasse, Germany: Metaplan Series, vol. 7.

Teddle, C y Tashakkori, A, 2009. *Foundations of Mixed Methods Research: Integrating Quantitative and Qualitative Approaches in the Social and Behavioral Sciences*. Los Angeles, USA: Sage Pubs.

Uceda, M, Hermoso, M y Aguilera, MP, 2008. La calidad del aceite de oliva; en Barranco, D, Fernández-Escobar, R y Rallo, L (Eds.) *“El cultivo del olivo”*. Madrid: Junta de Andalucía y Eds. Mundi-Prensa: 699-727.

Uceda, M, Mazzucchelli, I y Aguilera, MP, 2010. *Manual de cata y maridaje del aceite de oliva*. Córdoba: Ed. Almuzara.



Príncipe de Vergara, 154.
28002 Madrid, España
Tel.: 34-915 903 638
Fax: 34-915 631 263

E-mail: iooc@internationaloliveoil.org

www.internationaloliveoil.org