

# Verticilosis del olivo: Problemas y perspectivas para su manejo integrado

Rafael Manuel Jiménez Díaz (Catedrático de Patología Vegetal, Fellow de la American Phytopathological Society; Premio Rey Jaime I a la Protección del Medio Ambiente. ETSIAM, Universidad de Córdoba, e Instituto de Agricultura Sostenible, CSIC; Edificio C4 Celestino Mutis, Campus Universitario Rabanales, Córdoba. ag1jdir@uco.es).

## INTRODUCCIÓN

La Verticilosis causada por el hongo *Verticillium dahliae* constituye sin lugar a dudas uno de los problemas sanitarios más importantes del olivar español en la actualidad. La enfermedad fue primeramente diagnosticada en 1979, en olivares experimentales del actual IFAPA en Córdoba, y pocos años más tarde se constató su amplia distribución y elevada incidencia y severidad de los ataques en las provincias de Córdoba, Jaén y Sevilla (BLANCO-LÓPEZ *et al.*, 1984). Sin embargo, ello no originó entonces –ni aparentemente en fechas inmediatas posteriores– mayor preocupación en el sector oleícola, a pesar de las llamadas de atención realizadas por fitopatólogos conocedores del problema, respecto de la potencial repercusión sobre la extensión y severidad de los ataques de Verticilosis de los cambios tecnológicos que se estaban produciendo para la modernización de la producción oleícola e incremento del rendimiento del olivar en España. Desde entonces, la Verticilosis se ha extendido a nuevas zonas olivareras en Andalucía (incluyendo las provincias de Cádiz, Huelva y Granada) (JIMÉNEZ-DÍAZ *et al.*, 2008a; RODRÍGUEZ *et al.*, 2008; SÁNCHEZ-HERNÁNDEZ *et al.*, 1998; JIMÉNEZ DÍAZ, datos no publicados), afectando de forma particularmente severa a árboles jóvenes en nuevas plantaciones de regadío; y ha sido diagnosticada en plantaciones en otras Comunidades Autónomas (Ej., Aragón, Castilla-La Mancha, Cataluña, Extremadura, las Islas Baleares y Valencia) (J. ARMENGOL; A AZPILICUETA; J. TOUS; S. TRIVIÑO, comunicación personal; R. M. JIMÉNEZ DÍAZ, datos no publicados).

En Andalucía, tal incremento en la extensión de la Verticilosis del olivo ha coincidido con la expansión del cultivo –que ocupa ahora ca 80% de las aproximadamente 2,5 millones ha de olivar existentes en España (MAPA, 2006)– así como con las notables innovaciones tecnológicas que se han introducido en la producción oleícola que definen la ‘Nueva olivicultura’ (Ej., el establecimiento de nuevas plantaciones intensivas o superintensivas, la propagación viverista del material de plantación, regadío, mínimo o no laboreo, fertilización, mecanización de la cosecha, etc.) (RALLO, 1998a; b; VILLALOBOS *et al.*, 2006). Junto con dichos cambios en el cultivo se ha producido además un cambio significativo en las poblaciones de *V. dahliae* que infectan olivo en Andalucía, en las que se ha extendido actualmente un patotipo defoliante (D) que se caracteriza por ser mucho más virulento sobre los cultivares de mayor interés oleícola que el patotipo no-defoliante (ND) que era el prevalente hasta ahora (LÓPEZ-ESCUDERO y BLANCO-LÓPEZ, 2004; 2007; MERCADO-BLANCO *et al.*, 2001; 2002).

El patotipo D fue diagnosticado originariamente en la zona de cultivo intensivo de algodón en las Marismas del Guadalquivir (BEJARANO *et al.*, 1996), pero su distribución se ha extendido progresivamente hacia las principales zonas olivareras y hoy predomina en los olivares de las provincias de Córdoba, Jaén y Sevilla, y ha sido diagnosticado en menor extensión en Huelva y Granada (JIMÉNEZ-DÍAZ *et al.*, 2008a).

## La necesidad de manejo integrado de la Verticilosis del olivo

La extensión y severidad de los ataques por el patotipo D de *V. dahliae*, que con frecuencia determinan la muerte del árbol, ha creado honda y justificada preocupación en el sector oleícola y generado demanda de tecnologías para el control de la Verticilosis, auspiciando expectativas de que la enfermedad puede ser controlada eficientemente mediante intervenciones simples de naturaleza

química sobre el olivo enfermo, una vez que la enfermedad es manifiesta en la plantación (la “curación” del árbol enfermo).

Ello ha propiciado una profusión de recomendaciones y tratamientos generalizados de olivares afectados de Verticilosis con una variedad de productos, registrados o no, y en su caso referidos como fortificantes o estimuladores del crecimiento de la planta, que en la mayoría de los casos carecen lamentablemente de base científico-técnica convincente y cuya eficacia no consta que haya sido demostrada experimentalmente

y menos aún publicada en ámbitos científicos o técnicos. A estas circunstancias se une la recomendación de la Comisión Europea de que el control de enfermedades se base en el uso de productos que no sean de naturaleza química de síntesis y la escasa disponibilidad de sustancias activas fitosanitarias autorizadas en olivar y otros cultivos, como consecuencia de la revisión de todas las utilizadas con fines fitosanitarios en la Unión Europea (UE) (Directiva 91/414/EEC) finalizada en Marzo de 2009, y de las normativas para la Estrategia de Uso Sostenible de Productos

Fitosanitarios en vía de sanción legislativa por dicha Comisión.

La ineficacia de dichos productos genera irritación y desencanto en el agricultor y tiende a proyectar descrédito injusto hacia los profesionales especializados en la sanidad vegetal. De hecho, estas circunstancias han motivado a algunas asociaciones profesionales, como la Asociación Española de Municipios Olivareros (AEMO), a trasladar una comunicación de cautela al sector oleícola respecto de la disponibilidad actual de productos fitosanitarios para los que se haya demostrado experimentalmente eficiencia alguna en la *'curación del árbol enfermo'*.

Por el contrario, el conocimiento que se viene produciendo durante los últimos años a través de la investigación científica y técnica sobre la naturaleza etiológica y epidemiológica de la enfermedad, indica convincentemente que la Verticilosis del olivo es una enfermedad de naturaleza compleja y su control ha de basarse fundamentalmente en la aplicación de medidas de lucha previas a la plantación en una estrategia de manejo integrado (JIMÉNEZ DÍAZ *et al.*, 2003; TJAMOS, 1993; TJAMOS y JIMÉNEZ DÍAZ, 1998).

La oportunidad de una estrategia de control integrado de la Verticilosis del olivo es determinada por la patogénesis de la enfermedad. Entre las características generales de aquélla que dificultan el control de la Verticilosis merecen ser destacadas: (i) la capacidad de *V. dahliae* de sobrevivir en el suelo durante más de una década mediante microesclerocios formados en tejidos enfermos que se incorporan al suelo tras la degradación de éstos; (ii) el que dicho agente sea capaz de infectar varios centenares de plantas de hoja ancha, herbáceas y leñosas, cultivadas o arvenses; y (iii) el hábito infeccioso de *V. dahliae* de crecer confinado en el xilema de su huésped durante la fase parasítica de su ciclo vital; que impide poder acceder a él mediante fungicidas aplicados tópicamente.

A estas características se suman algunas peculiares de la Verticilosis en Andalucía, como son; (iv) la prevalencia del patotipo D, cuyas infecciones originan la caída extensa de hojas verdes infectadas (que no se produce en olivos infectados por el patotipo ND) y eventualmente la muerte de la planta infectada (JIMÉNEZ DÍAZ *et al.*, 1998; JIMÉNEZ DÍAZ *et al.*, 2008a); y (v) la versatilidad de medios mediante los que se puede dispersar el patógeno en general, y el patotipo D en particular (ver más adelante) (JIMÉNEZ-DÍAZ *et al.*, 2008b; MERCADO-BLANCO *et al.*, 2003; NAVAS-CORTÉS *et al.*, 2008; RODRÍGUEZ JURADO y BEJARANO ALCÁZAR, 2007).



**Figura 1. Plantón de olivo "Arbequina" 18 meses de la plantación en Écija (Sevilla), completamente defoliado por la infección por el patotipo defoliante de *Verticillium dahliae*.**

## Medidas de carácter preventivo para el manejo integrado de la enfermedad

En consecuencia, la puesta en práctica de una estrategia de manejo integrado de la Verticilosis del olivo, mediante medidas de carácter preventivo previas a la plantación, ha de basarse en: (i) evitar el uso de suelos infestados por *V. dahliae*, así como la proximidad de la plantación a cultivos herbáceos susceptibles a éste, en particular algodón.; (ii) desinfectar el suelo que contenga inóculo elevado o altamente virulento del hongo, ya sea de forma generalizada o localizada, mediante solarización y/o aplicación de productos o enmiendas eficientes y autorizados; y (iii) utilizar material de plantación certificado libre de *V. dahliae*. Además, la utilización de material de plantación sano debería ir acompañada de la elección inteligente del suelo de plantación, y aún más, de la aplicación de agentes microbianos al sistema radical del plantón cuya eficiencia haya sido contrastada experimentalmente, de manera que se pueda prolongar la protección de aquél contra infecciones tempranas de la planta joven por el patógeno.

Para evitar el uso de suelos que confieren riesgo al cultivo, mediante elección del lugar de plantación, es de utilidad considerar la historia de uso de éste para cultivos herbáceos susceptibles —en particular sobre cultivos anteriores de algodón— y, especialmente, analizar el suelo respecto de su contenido en microesclerocios viables de *V. dahliae*, para lo cual se dispone de métodos

microbiológicos y moleculares contrastados experimentalmente.

De igual manera, es de especial relevancia asegurar que el material vegetal para plantación en suelos de mínimo riesgo esté certificado libre de *V. dahliae*, porque de forma repetida se ha demostrado científicamente la transmisión del hongo en material vegetal propagado de plantas asintomáticas, o producido en viveros cercanos a suelos infestados o cultivos afectados en los que no se ha desinfectado el sustrato de propagación; y se ha constatado la aparición de la Verticilosis en olivares y zonas geográficas que únicamente pudo ser explicada por este proceso (en particular en España).

A fin de hacer técnica y operativamente factible la certificación antes referida, durante los últimos 10 años se han realizado en mi laboratorio investigaciones financiadas con fondos públicos españoles y de la UE, que en el periodo 2001-2003 dieron lugar a protocolos para la detección molecular de *V. dahliae* y sus patotipos tanto en plantones como en olivos adultos, basados en el análisis del ADN total extraído de tejidos radicales o caulinares de la planta supuestamente infectada sin necesidad de la destrucción de ésta. Tales protocolos han sido publicados en revistas internacionales, y patentados y divulgados técnicamente en revistas nacionales; pero desafortunadamente no consta todavía que estén siendo empleados para la certificación sanitaria en la producción viverista de olivo en España, aunque si están siendo puestos en práctica por sectores homónimos en California, Israel, Italia, y Grecia (MERCADO-BLANCO *et al.*, 2001; 2002; 2003a; 2003b; 2005).

## Repercusión de la prevalencia del patotipo defoliante de *V. dahliae* sobre la eficiencia de las medidas para el manejo integrado de la enfermedad

A las características de la patogénesis que dificultan el control eficiente de la Verticilosis del olivo antes referidas, se han unido recientemente hechos que son de particular relevancia para el control de la enfermedad y la epidemiología de ésta, entre los que destaca la mencionada prevalencia del patotipo D de *V. dahliae* en las principales zonas olivareras de Andalucía. Un estudio reciente en mi laboratorio ha revelado que el 78% de un total de 637 ‘muestras’ (aislados) de *V. dahliae*, obtenidos de 433 olivos en 65 olivares muestreados aleatoriamente en las provincias de Córdoba, Granada, Huelva, Jaén, y Sevilla, son del patotipo D; al cual pertenecen además todos los aislados obtenidos de olivares en las provincias de Jaén (16) y Sevilla (14), y en 20 de 21 olivares muestreados en la de Córdoba (JIMÉNEZ-DÍAZ *et al.*, 2008a).

La significación de la prevalencia del patotipo D de *V. dahliae* en el desarrollo de la Verticilosis del olivo y su control merece especial atención. De una parte, la virulencia cruzada que dicho patotipo muestra en algodón y olivo (esto es, el mismo tipo del hongo que defolia y es letal en algodón cumple igual función en olivo, y viceversa), hace que dicha enfermedad en olivo esté estrechamente relacionada con la Verticilosis en algodón; de manera que sea recomendable evitar el uso de suelos de cultivo de algodón para establecer plantaciones de olivo, así como establecer la mayor distancia posible entre ambos cultivos. Por otra parte, la gran virulencia del patotipo D hace que se pueda desarrollar enfermedad severa en olivo ‘Picual’ (altamente susceptible) con un contenido tan bajo del hongo en el suelo (3 a 10 microesclerocios por gramo de suelo seco) (LÓPEZ-ESCUDERO *et al.*, 2007) que con él la enfermedad no se desarrolla, o lo hace con escasa incidencia y severidad en el caso de ser del patotipo menos virulento, no defoliante (ND). Además; la prevalencia en un suelo del patotipo D da lugar a que cultivares moderadamente susceptibles al patotipo ND (Ej., ‘Lechín de Granada’, ‘Pajarero’, ‘Picudo’) o resistentes al mismo (Ej., ‘Empeltre’, ‘Frantoio’, ‘Manzanilla de Sevilla’, ‘Verdial de Alcaudete’, ‘Oblonga’), sean, respectivamente, muy susceptibles o moderadamente susceptibles al patotipo D (Ej., ‘Empeltre’, ‘Frantoio’, ‘Oblonga’) (LÓPEZ-ESCUDERO *et al.*, 2004).

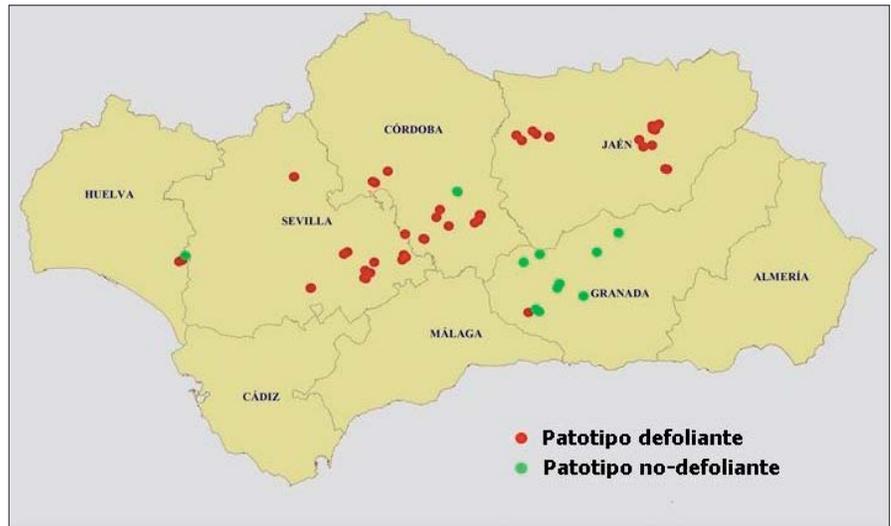


Figura 2. Distribución de los patotipos defoliante y no defoliante de *Verticillium dahliae* en 65 olivares muestreados aleatoriamente en cinco provincias de Andalucía.



Figura 3. Hojas de olivo “Arbequina” infectadas por *Verticillium dahliae* caídas de un árbol de olivo “Arbequina” infectado por el patotipo defoliante del hongo.

Un hecho adicional que confiere dificultad al control de la Verticilosis del olivo, es la versatilidad de medios mediante los cuales que se puede dispersar el patógeno en general, y el patotipo D en particular. Además de plantones infectados, tales medios incluyen: (i) el desplazamiento de suelo infestado mediante aperos, maquinaria, vehículos, agua de riego a pié, etc.; (ii) el desplazamiento de restos de plantas enfermas y de cosechas de cultivos afectados (particularmente algodón); (iii) la distribución de agua de riego infestada por el patógeno; y (iv) la dispersión de hojas verdes infectadas por *V. dahliae* que son depositadas sobre el suelo por la intensa defoliación de olivos infectados

por el patotipo D que se produce prontamente a principios del otoño y en primavera (EASTON *et al.*, 1969; NAVAS-CORTÉS *et al.*, 2008; RODRÍGUEZ JURADO Y BEJARANO, 2007; WILHELM Y TAYLOR, 1965; THANASOULOPOULOS, 1980; 1993). La capacidad de las hojas infectadas por el patotipo D de servir como fuente de inóculo para originar la infección de plantones de olivo —demostrada experimentalmente (JIMÉNEZ DÍAZ *et al.*, 2008b)—, y la potencial capacidad que en tal sentido pueden tener los propágulos del hongo diseminados en el agua de riego, aconsejan a reconsiderar la estrategia de control integrado basada fundamentalmente en el papel del suelo infestado y del plantón infectado como fuentes de inóculo, y



**Figura 4. Plantones de olivo "Picual" de 1 año de edad 9 meses después de la inoculación con el patotipo defoliante de *Verticillium dahliae*, mostrando rebrotes sanos tras la muerte del tallo principal (flechas).**

a considerar la oportunidad de proteger a la planta de infecciones secundaria durante el ciclo anual del cultivo mediante inóculo proporcionado por hojas infectadas y/o agua infestada.

### **La recuperación del árbol infectado de los síntomas de Verticilosis, un fenómeno clave para el manejo integrado de la enfermedad**

Estas nuevas oportunidades de infección de la planta conciernen en particular a uno de los aspectos más intrigantes de la Verticilosis del olivo, que es de relevancia para su control integrado; esto es, la denominada recuperación sintomática de la planta enferma si la primera infección no origina síntomas severos en ella. Como consecuencia de dicho fenómeno, en el transcurso de los años se puede observar en ocasiones la disminución progresiva de la cantidad total de enfermedad en una plantación afectada por Verticilosis, si no tienen lugar nuevas infecciones de la planta a través de sus raíces. Este fenómeno de reducción natural de Verticilosis en olivares afectados fue descrito por Wilhelm y Taylor (1965) en California, observado más tarde en Andalucía (BLANCO LÓPEZ *et al.*, 1990), Grecia (TJAMOS *et al.*, 1991), e Israel (LEVIN *et al.*, 2003), y confirmado experimentalmente mediante inoculaciones artificiales de plantones de olivo en condiciones controladas (LÓPEZ-ESCUADERO y BLANCO-LÓPEZ, 2005; MERCADO BLANCO *et al.*, 2001; RODRÍGUEZ JURADO, 1993).

Aunque los mecanismos que subyacen en

la recuperación sintomatológica no son todavía suficientemente comprendidos, este fenómeno ha de ser considerado, en mi opinión, para el control integrado de la Verticilosis del olivo. La interpretación fitopatológica de dicho fenómeno es que, en condiciones de infecciones moderadamente severas, la recuperación del olivo enfermo de los síntomas de Verticilosis está asociada con la compartimentalización o inactivación de *V. dahliae* en sus tejidos, de manera que son necesarias nuevas infecciones a través del sistema radical de la planta antes afectada para que la enfermedad se desarrolle de nuevo. En consecuencia, reducir el potencial de enfermedad en la primera infección, y proteger el sistema radical del árbol recuperado de los síntomas contra subsiguientes infecciones, son opciones para el control de la Verticilosis del olivo.

A dicha reducción del potencial de enfermedad temprana pueden contribuir el empleo de las variedades de olivo menos susceptibles al patotipo D de *V. dahliae* y evitar el uso de suelos con alto potencial de infección. La falta de cultivares de olivo con suficiente nivel de resistencia al patotipo D de *V. dahliae* podría ser suplementada mediante la utilización de patrones de acebuche con mayor resistencia que aquéllos, en la misma estrategia con que se ha venido utilizando con éxito patrones resistentes para el control de diferentes enfermedades de frutales de hueso, y vid.

Recientemente, investigaciones en mi laboratorio para la evaluación de 20 clones de acebuche respecto de su reacción a la Verticilosis, ha permitido caracterizar tres clones con mayor nivel de resistencia que 'Frantoio' a la infección por

aislados de los patotipos D y ND *V. dahliae* y que, en condiciones óptimas para la infección por el patógeno, reducen significativamente la severidad de Verticilosis en 'Picual' injertado sobre ellos comparado con la que se produce con 'Frantoio' como patrón (R. M. JIMÉNEZ DÍAZ, no publicado). En la misma línea, estudios recientes en Italia han identificado cuatro clones que presentan alto nivel de resistencia al patotipo D, que se obtuvieron de tres lotes de semillas de acebuche seleccionados entre 57 lotes de diversa procedencia de España e Italia por su reacción resistente al patógeno en inoculaciones artificiales (COLLELA *et al.*, 2008).

La reducción del potencial de enfermedad conferida por el uso de material vegetal resistente o tolerante de calidad sanitaria contrastada y la reducción de alto potencial de infección mediante la elección/tratamiento del suelo de plantación, puede ser potenciada con la aplicación de agentes microbianos al sistema radical del plantón en el momento de su producción en vivero, y tras la plantación, de manera que se pueda prolongar la protección de aquél contra infecciones tempranas de la planta joven por el patógeno una vez transplantada a campo.

Investigaciones recientes en mi laboratorio han demostrado que el tratamiento del sistema radical de plantones de olivo con un producto biológico (Bioten®) en vías de registro en la UE), reduce consistentemente la severidad de síntomas de Verticilosis en condiciones controladas elegidas *ad hoc* para favorecer el desarrollo óptimo de la enfermedad, que incluyó el cv. Picual muy susceptible, una densidad de inóculo del patotipo D de *V. dahliae* que en investigaciones anteriores aseguraron el desarrollo de infección severa (MERCADO-BLANCO *et al.*, 2002; 2004), y temperatura de incubación óptima para el patógeno y la enfermedad (JIMÉNEZ DÍAZ, *et al.*, 2009).

Además, dicho efecto de reducción de enfermedad fue reproducido en condiciones de campo, en 2 años de experimento en suelo solarizado e infestado artificialmente con una densidad de inóculo de *V. dahliae* D 50 veces superior a la necesaria para originar enfermedad severa en 'Picual' en condiciones similares (LÓPEZ-ESCUADERO y BLANCO-LÓPEZ, 2007). Durante dicho periodo se produjo una disminución paulatina de la cantidad de enfermedad, en la que subyace el incremento de la proporción de tejido sano respecto del sintomático, sugiriendo que no tuvieron lugar nuevas infecciones por *V. dahliae* en el tejido radical formado de novo, a pesar de que se produjo aporte continuado de nuevo inóculo del patógeno

a través de las hojas infectadas que cayeron de las plantas enfermas. En consecuencia, dicho producto y la estrategia de aplicación practicada experimentalmente, tienen el potencial de reducir el desarrollo de Verticilosis en plántones jóvenes de olivo, en extensión suficiente para su uso en una estrategia de manejo integrado de la enfermedad

basada en el fenómeno de recuperación sintomática de la planta enferma.

**Agradecimientos:** Parte de la información que se refiere en este artículo es resultado de proyectos de investigación financiados por la CICYT (OL196-2131, 1FD97-0763-CO3-01), la Consejería

de Innovación Ciencia y Empresa, Junta de Andalucía (CA000-017), la Unión Europea (QKL5-CT1999-01523) y la Fundación Ramón Areces.

## BIBLIOGRAFÍA

- BEJARANO-ALCÁZAR, J., BLANCO-LÓPEZ, M. A., MELERO-VARA, J. M., JIMÉNEZ-DÍAZ, R. M. 1996. *Etiology, importance, and distribution of Verticillium wilt of cotton in southern Spain*. Plant Dis 80:1233-1238.
- BLANCO-LÓPEZ LÓPEZ, M. A., RODRÍGUEZ JURADO, D., y JIMÉNEZ DÍAZ, R. M. 1990. *Incidence and seasonal variation of Verticillium wilt in olive orchards*. Pg 5 en: Proceedings 5<sup>th</sup> International Verticillium Symposium, Leningrado.
- BLANCO-LÓPEZ, M. A., JIMÉNEZ-DÍAZ, R. M., y CABALLERO, J. M. 1984. *Symptomatology, incidence and distribution of Verticillium wilt of olive trees in Andalucía*. Phytopathol. Mediterr. 23: 1-8.
- COLLELA C., MIACOLA, C., AMENDUNI, M., D'AMICO, M., BUBICI, G., y CIRULLI, M. 2008. *Sources of Verticillium wilt resistance in wild olive germplasm from the Mediterranean region*. Plant Pathol. 57: 533-539.
- EASTON, G. M., NAGLE, M. E., y BAILEY, D. L. 1969. *A method for estimating Verticillium albo-atrum propagules in field soil and irrigation water*. Phytopathology 59: 1171-1172.
- LEVIN, A. G., LAVEE, S., TSORR (LAHKIM), L. 2003. *Epidemiology of Verticillium dahliae on olive (cv. Picual) and its effect on yield under saline conditions*. Plant Pathol. 52: 212-218.
- LÓPEZ-ESCUADERO, F. J., BLANCO-LÓPEZ, M. A. 2005. *Recovery of young olive trees from Verticillium dahliae*. Eur. J. Plant Pathol. 113: 365-375.
- LÓPEZ-ESCUADERO, F. J., y BLANCO-LÓPEZ, M. A. 2007. *Relationship between the inoculum density of Verticillium dahliae and the progress of Verticillium wilt of olive*. Plant Dis. 91: 1372-1378.
- LÓPEZ-ESCUADERO, F. J., DEL RÍO, C., CABALLERO, J. M., y BLANCO-LÓPEZ, M. A. 2004. *Evaluation of olive cultivars for resistance to Verticillium dahliae*. Eur. J. Plant Pathol. 110: 79-85.
- JIMÉNEZ-DÍAZ, R. M., TJAMOS, E. C., y CIRULLI, M. 1998. *Verticillium wilt of major tree hosts: olive*. Páginas 13-16 en: J. Hiemstra, y D. Harris. (eds.). Compendium of Verticillium Wilt in Trees Species. Ponsen & Looijen, Wageningen, Holanda.
- JIMÉNEZ DÍAZ, R. M., OLIVARES, C., NAVAS-CORTÉS, J. A., LANDA, B. B., y JIMÉNEZ-GASCO, M. M. 2008a. *A region-wide analysis of genetic Diversity in Verticillium dahliae infecting olive in Andalusia, southern Spain*. Phytopathology 98: S75.
- JIMÉNEZ DÍAZ, R. M., RODRÍGUEZ JURADO, D., NAVAS CORTÉS, J. A., MERCADO BLANCO, J., y TRAPERO CASAS, J. L. 2003. *Estrategias de control de la Verticilosis del olivo*. Vida Rural 176: 36-40.
- JIMÉNEZ DÍAZ, R. M., RODRÍGUEZ JURADO, D., LANDA DEL CASTILLO, B. B., TRAPERO CASAS, J. L., y NAVAS CORTÉS, J. A. 2008b. *Dispersión de la Verticilosis a través de las hojas de olivos infectadas por el patotipo defoliante*. Vida Rural 265: 40-44.
- JIMÉNEZ DÍAZ, R. M., TRAPERO CASAS, J. L., BONED, J., LANDA, B. B., y NAVAS CORTÉS, J. A. 2009. *Uso de Bioten® para la protección biológica de plántones de olivo contra la Verticilosis causada por el patotipo defoliante de Verticillium dahliae*. Bol. San. Veg. Plagas (enviado para publicación).
- M.A.P.A. 2006. *Encuesta sobre superficie y rendimiento de cultivos*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación., Madrid.
- MERCADO-BLANCO, J., RODRÍGUEZ-JURADO, D., PÉREZ-ARTÉS, E., y JIMÉNEZ-DÍAZ, R. M. 2001. *Detection of the nondefoliating pathotype of Verticillium dahliae pathotype in infected olive plants by nested PCR*. Plant Pathol. 50: 609-619.
- MERCADO-BLANCO, J., RODRÍGUEZ-JURADO, D., PÉREZ-ARTÉS, E., y JIMÉNEZ-DÍAZ, R. M. 2002. *Detection of the defoliating pathotype of Verticillium dahliae pathotype in infected olive plants by nested PCR*. Eur. J. Plant Pathol. 108: 1-13.
- MERCADO-BLANCO, J., RODRÍGUEZ-JURADO, D., PARRILLA-ARAUJO, S., y JIMÉNEZ-DÍAZ, R. M. 2003a. *Simultaneous detection of the defoliating and nondefoliating Verticillium dahliae pathotypes in infected olive plants by duplex, nested polymerase chain reaction*. Plant Dis. 87: 1487-1494.
- MERCADO-BLANCO, J., COLLADO-ROMERO, M., PARRILLA-ARAUJO, S., RODRÍGUEZ-JURADO, D., y JIMÉNEZ-DÍAZ, R. M. 2003b. *Quantitative monitoring of colonization of olive genotypes by Verticillium dahliae pathotypes with real-time polymerase chain reaction*. Physiol. Mol. Plant Pathol. 63: 91-105.
- MERCADO BLANCO, J., COLLADO ROMERO, M., RODRÍGUEZ JURADO, D., y JIMÉNEZ DÍAZ, R. M. 2005. *Aplicaciones de técnicas moleculares para determinar la incidencia y extensión de la colonización de plantas de olivo por los patotipos de Verticillium dahliae*. Olivae 104: 36-45.
- NAVAS-CORTÉS J. A., LANDA B. B., MERCADO-BLANCO J., TRAPERO-CASAS J. L., RODRÍGUEZ-JURADO D. y JIMÉNEZ-DÍAZ R. M. 2008. *Spatiotemporal analysis of spread of infections by Verticillium dahliae within a high tree density olive orchard*. Phytopathology 98: 167-180.
- RALLO, L. 1998a. *Sistemas frutícolas de secano: El olivar*. Pgs. 471-487 en: Jiménez Díaz y J. Lamo de Espinosa (eds.). Agricultura Sostenible. Ediciones Mundi-Prensa, Agrofuturo, Life. Mundi-Prensa Libros, S.A. Madrid.
- RALLO, L. 1998b. *El olivar y la innovación tecnológica*. Pgs. 19-30 en: Gestión Agraria Integrada en Olivar. Agrofuturo, Madrid.
- RODRÍGUEZ JURADO, D. 1993. *Interacciones huésped-parásito en la Verticilosis del olivo (Olea europaea L.) inducida por Verticillium dahliae Kleb*. Tesis Doctoral, Universidad de Córdoba. Córdoba.
- RODRÍGUEZ JURADO, D. y BEJARANO ALCÁZAR, J. 2007. *Dispersión de Verticillium dahliae en el agua utilizada para el riego de olivares en Andalucía*. Bol. San. Veg. Plagas 33: 547-562.

- RODRÍGUEZ, E., GARCÍA-GARRIDO, J. M., GARCÍA, P., CAMPOS, M.** 2008. *Large-scale epidemiological study and spatial patterns of Verticillium wilt in olive orchards in southern Spain*. Crop Protect. 2008. DOI: 10.1016/j.cropro.2008.08.009.
- SÁNCHEZ-HERNÁNDEZ, M. E., RUIZ-DÁVILA, A., PÉREZ DE ALGABA, A., y TRAPERO-CASAS, A.** 1998. *Occurrence and etiology of death of young olive trees in southern Spain*. Eur. J. Plant Pathol. 104: 347-357.
- THANASSOULOPOULOS, C. C.** 1993. *Spread of Verticillium wilt by nursery plants in olives grown in the Halkidiki area (Greece)*. Bulletin OEPP/EPPD Bulletin 23: 517-520.
- THANASSOULOPOULOS, C. C., BIRIS, D. A., y TJAMOS, E. C.** 1980. *Dissemination of Verticillium propagules in olive orchards by irrigation water*. Páginas 52-53 en: Proceedings, 5th Congress of the Mediterranean Phytopathological Union, Patras, Grecia.
- TJAMOS, E. C.** 1993. *Prospects and strategies in controlling Verticillium wilt of olive*. Bulletin OEPP/EPPD 23: 505-512.
- TJAMOS, E. C. y JIMÉNEZ DÍAZ, R. M.** 1998. *Management of disease*. Páginas 55-57 en: J. Hiemstra, y D. Harris. (eds.). Compendium of Verticillium Wilt in Trees Species. Ponsen & Looijen, Wageningen, Holanda.
- TJAMOS, E. C., BIRIS, D. A., y PAPLOMATAS, E. J.** 1991. *Recovery of olive trees from Verticillium wilt after individual application of soil solarization in established olive orchards*. Plant Dis. 75: 557-562.
- VILLALOBOS, F. J., TESTI, L., HIDALGO, J., PASTOR, M., y ORGAZ, F.** 2006. *Modelling potential growth and yield of olive (Olea europaea L.) canopies*. Eur. J. Agron. 24:296-303.
- WILHELM, S. y TAYLOR, J. B.** 1965. *Control of Verticillium wilt of olive through natural recovery and resistance*. Phytopathology 55: 310-316.