

VERTICILLIUM DAHLIAE SE HA AISLADO DEL AGUA UTILIZADA PARA EL RIEGO DE OLIVARES EN JAÉN Y SEVILLA

Presencia de *Verticillium dahliae* en el agua de riego en Andalucía

■ Dolores Rodríguez Jurado y José Bejarano Alcázar.

IFAPA, Centro Alameda del Obispo. Junta de Andalucía.

La súbita aparición de árboles afectados por la verticilosis que se observa tras la implantación del riego en olivares tradicionales sin antecedentes de la enfermedad y la rápida extensión de ésta en plantaciones de olivar intensivo en regadío podrían explicarse en gran medida por la presencia y dispersión de *Verticillium dahliae* en el agua de riego. Por ello, hemos prospectado y analizado el agua utilizada para el riego de olivares localizados en las provincias de Jaén y Sevilla durante los años 2004 y 2005. Propágulos de *V. dahliae* de diferentes tamaños se aislaron del agua de riego prospectada en ambas provincias desde febrero hasta abril del año 2005, estando el hongo presente tanto en el agua superficial embalsada de origen en el río Guadalquivir como en el agua subterránea de pozos.



Foto 1. Olivo muerto por ataque de verticilosis.

El principal problema fitopatológico del olivar en España y en la mayoría de los países donde este cultivo está ampliamente establecido es la verticilosis (Jiménez Díaz *et al.*, 1998), causada por el hongo de suelo *Verticillium dahliae* Kleb. La importancia y extensión de los ataques de verticilosis del olivo (VO) han aumentado en los últimos veinte años en Andalucía. Esta enfermedad se diagnosticó en el 25% de cien olivares supervisados al azar en 1980-1983, con un porcentaje de árboles afectados inferior al 10% y una mayor predominancia en Córdoba y Jaén que en Granada y Sevilla (Blanco López *et al.*, 1984). Prospecciones de 139 olivares jóvenes realizadas en Andalucía en 1994-1996 para determinar la incidencia de la "seca" condujeron a detectar la verticilosis en el 36% de los campos muestreados (Sánchez Hernández *et al.*, 1998). Más recientemente, se ha indicado una incidencia de campos afectados por la VO del 30% en el período 2001-2003 en la provincia de Jaén y del 14% en los años 2003-2004 en Granada (Bejarano Alcázar, 2005; Rodríguez *et al.*, 2004). En las plantaciones infestadas es relativamente frecuente observar la presencia de árboles muertos o gravemente afectados por la enfermedad (foto 1).

La aplicación de prácticas de cultivo intensivas es uno de los principales factores que ha contribuido al incremento en las epidemias de la VO en Andalucía. En este sentido, destaca especialmente el cambio que se está produciendo de secano a regadío, tanto en las nuevas plantaciones como en zonas de olivar tradicional. En la actualidad, el olivar en regadío ocupa en Andalucía 317.634 ha, la mayor parte (73,8%) de las cuales se concentra en Jaén (179.955 ha) y Sevilla (54.383 ha) (Anónimo, 2006). El riego es una necesidad para el cultivo del olivo respecto a los objetivos de aumentar la cantidad y calidad de la producción obtenida y de regularizarla de un año al siguiente. Sin embargo, la incorporación del riego a plantaciones de olivo en Andalucía parece haber creado situaciones que han favorecido el incremento de los ataques de verticilosis (Bejarano Alcázar, 2005).

Todo ello justifica la alarma que se está generando en el sector olivarero, y en particular en las comunidades de regantes, por la creciente amenaza que representa la verticilosis para el cultivo del olivo en Andalucía. Consecuentemente, en este artículo nos planteamos explicar los diversos mecanismos mediante los cuales el agua de riego puede influir en las epidemias de la VO y dar a conocer las investigaciones que se están realizando en el Área de Protección de Cultivos del IFAPA, a través de su Centro Alameda del Obispo en Córdoba, en relación con la presencia de *V. dahliae* en el agua que está siendo utilizada para el riego de plantaciones de olivar en Andalucía.

Influencia del agua de riego en el desarrollo de la epidemia

Diversas investigaciones indican que el riego agrava las epidemias de verticilosis en diferentes plantas huéspedes de *V. dahliae* como algodón (Blanco López y DeVay, 1987; El-Zik, 1985), coliflor (Xiao y Subbarao, 2000), patata (Arbogast *et al.*, 1999) y tomate (Harrington y Dobinson, 2000), y que posiblemente constituye uno de los factores que influye de forma más acentuada en el incremento en extensión y gravedad de la VO. El efecto del agua de riego sobre el desarrollo de la VO fue citado por primera vez en Italia (Cirulli, 1981; Ruggieri, 1946). Estudios posteriores en España (Blanco López *et al.*, 1984), Marruecos (Serrhini y Zeroual, 1995) y Siria (Al-Ahmad y Mosli, 1993) han evidenciado que la incidencia de la VO es mayor en regadío que en secano, indicándose incidencias medias de 40%, 21% y 13% en regadío y de 17%, 9% y 4,5% en secano en los respectivos países citados.

El conocimiento existente actualmente sobre el ciclo de vida y la biología de *V. dahliae* y la epidemiología de las verticilosis que afectan a diversas especies cultivadas sugiere que hay dos aspectos principales que deben considerarse respecto a la influencia del agua de riego sobre la incidencia y severidad de la VO, y que a continuación se analizan.

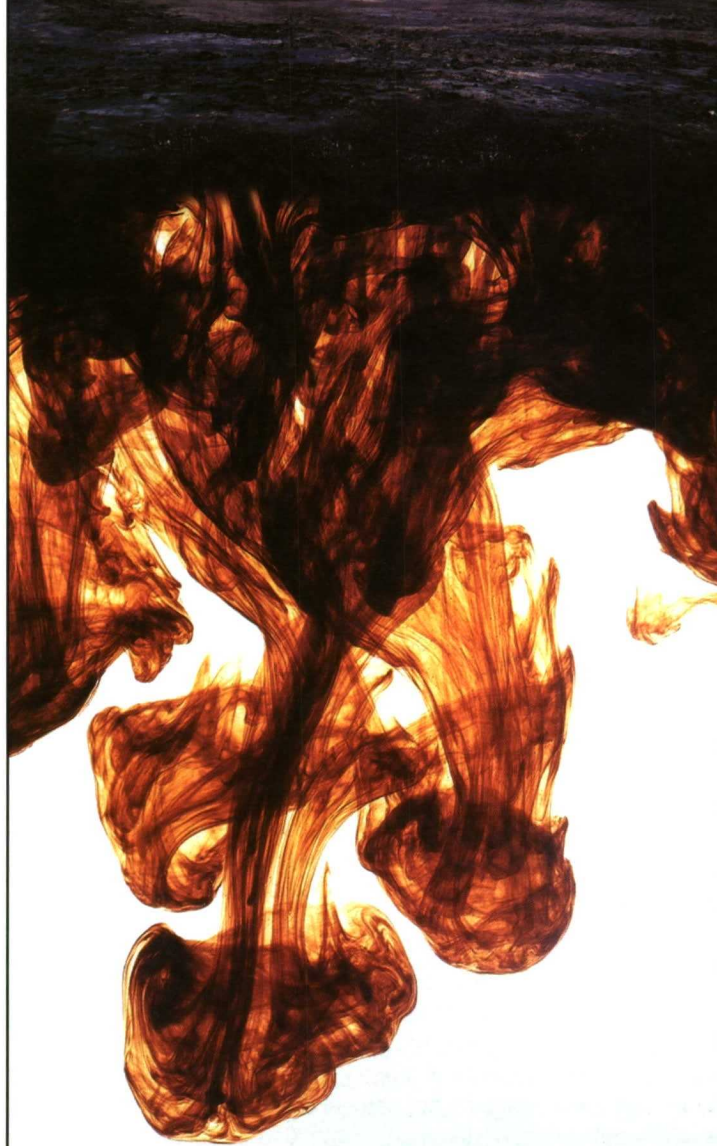
Dispersión del patógeno

El primer aspecto concierne a la posibilidad de que el agua utilizada para el riego del olivar esté infestada en su origen con propágulos de *V. dahliae* y actúe como vehículo de dispersión del patógeno hasta campos libres del mismo o incrementando la densidad de inóculo del hongo en suelos previamente infestados. El papel del agua de riego como vehículo dispersor de propágulos de *V. dahliae* con potencial infectivo desde campos con cultivos hortícolas afectados de verticilosis a campos de olivar libres del patógeno fue demostrado en Grecia (Thanassouloupoulos *et al.*, 1980), al igual que se ha indicado la infestación de suelos vírgenes mediante la inundación con el agua sobrante del riego de un campo adyacente cultivado con algodón e infestado con *V. dahliae* (Ashworth y Zimmerman, 1976). Easton *et al.* (1969) comprobaron que el agua al final de un canal de riego en un campo de patata artificialmente infestado con *V. dahliae* contenía 37.950 y 301.290 propágulos por litro en los meses de junio y julio, respectivamente, y recuperaron hasta 100 propágulos del hongo por gramo del polvo recolectado a 6,1 m de altura desde el suelo, lo que sugiere la posibilidad de que el agua pueda ser infestada con propágulos procedentes del suelo suspendidos en partículas de polvo.

En ninguno de los trabajos referidos se ha aclarado cuál es el tipo de propágulo de *V. dahliae* contenido en el agua, aunque se considera que la estructura fúngica de dispersión por excelencia son los esclerocios, propágulos de supervivencia del patógeno que, tras formarse en los tejidos moribundos de las plantas enfermas, son incorporados al suelo, donde pueden conservar su viabilidad durante catorce años en ausencia de plantas huéspedes (Wilhem, 1955). El papel de otras estructuras fúngicas como conidias (esporas asexuales) y micelio en la dispersión a corta distancia del patógeno (entre árboles o plantas adyacentes) en condi-



Daymsa



Gama

Ácidos Húmicos

Camino de Enmedio, nº 120 • 50013 ZARAGOZA (España)
Tel. 976 46 15 16 - Fax 976 41 59 86 • e-mail: mail@daymsa.com
www.daymsa.com

Naturvital®
Naturvigor®
Naturcomplet®

ciones de elevada humedad en el suelo también ha sido sugerido en algodón (Evans *et al.*, 1966) y en olivo (Rodríguez Jurado *et al.*, no publicado).

La posibilidad de que los aislados de *V. dahliae* altamente virulentos pertenecientes al patotipo defoliante (D) sobre algodón y olivo en Andalucía estén siendo introducidos en nuevas áreas o de que sus poblaciones se estén incrementando en el suelo a través de su dispersión en el agua de riego tiene especial importancia epidemiológica. El patotipo D se ha extendido progresivamente desde la zona baja del Valle del Guadalquivir (Marismas, Sevilla), donde estuvo confinado hasta 1985 (Bejarano Alcázar *et al.*, 1996), a las zonas central y alta del Valle (provincias de Córdoba y Jaén), según prospecciones de campos de algodón realizadas en 1991 y 1998 (Bejarano Alcázar y Pérez Artés, 2002). Además, el patotipo D ha sido detectado recientemente en nuevas plantaciones de olivar (López Escudero y Blanco López, 2001; Mercado Blanco *et al.*, 2003) y en olivos de los cultivares Arbequina y Picual en Córdoba, Jaén y Sevilla (Bejarano Alcázar, 2005). Actualmente, el patotipo D está presente también en olivares en Andalucía fuera del Valle del Guadalquivir (provincia de Granada) (Mercado Blanco *et al.*, 2003; Rodríguez Navarro, 2006) y en cultivos de alcachofa en la Comunidad Valenciana (Jiménez Díaz *et al.*, 2006). Se ha sugerido que el transporte de cosechas de algodón de cultivos en las Marismas del Guadalquivir para su procesado en zonas interiores del Valle ha facilitado la dispersión del patotipo D de *V. dahliae* desde su lugar de origen (Bejarano Alcázar y Pérez Artés, 2002). Sin embargo, otros factores como el agua de riego podrían haber actuado también como vehículo de dispersión de propágulos de *V. dahliae* a largas distancias en Andalucía.

La humectación del suelo

El otro aspecto a considerar para aclarar la influencia del riego sobre las verticilosis se refiere a la humectación del suelo, que podría crear circunstancias que propiciaran el desarrollo de la enfermedad por afectar al patógeno, a la planta o a la interacción planta-patógeno. El estado de humedad del suelo puede influir sobre la supervivencia, germinación y multiplicación de *V. dahliae* en el suelo (Menzies, 1962; Ioannou *et al.*, 1977), y puede determinar también el tipo de propágulo del hongo formado en el mismo (Brinkerhoff, 1969; Evans *et al.*, 1966). López Escudero y Blanco López (2005) han indicado que, tras cuatro meses en régimen de riego por goteo en campos de olivo cv Hojiblanca, la densidad de inóculo de *V. dahliae* se incrementó en el suelo próximo a los goteros y alejado de ellos, pero fue un 61-400% más alta según el campo en el suelo húmedo (cerca de los goteros) que en el suelo seco (alejado de los goteros). Por otra parte, la cantidad de agua y cómo ésta se ubica en el suelo, determinadas por el método de riego utilizado, influyen en el crecimiento del sistema radicular y su distribución en el suelo y, por lo tanto, sobre la probabilidad de que los propágulos del patógeno establezcan contactos con las raíces del huésped (Huisman, 1982; Xiao y Subbarao, 2000). Por último, el agua en el suelo puede afectar a la interacción planta-*V. dahliae* por modificar la capacidad del patógeno para infectar y colonizar

El riego es considerado un factor de riesgo por agravar las epidemias de verticilosis, al poder actuar como vehículo de dispersión de variantes patogénicas de *Verticillium dahliae* y porque la humectación del suelo crea circunstancias propicias para el desarrollo de la enfermedad por afectar al patógeno, a la planta o a la interacción planta-patógeno.

el sistema vascular, y/o la capacidad del huésped para resistir la colonización sistémica (Arbogast *et al.*, 1999). *V. dahliae* coloniza el sistema vascular de sus huéspedes, entre ellos olivo, mediante conidias que son transportadas por el xilema gracias al sistema de transpiración de la planta (Garber y Houston 1966; Rodríguez Jurado, 1993); si la transpiración cesa o disminuye, las conidias dejan de ser transportadas hacia arriba o su transporte es reducido (Pennypacker *et al.*, 1991). Esto podría explicar que, en general, las verticilosis sean más severas en condiciones de alta humedad en el suelo y atmósferas secas (Cook, 1973).

Presencia de *V. dahliae* en el agua de riego de olivares en Andalucía

Desde hace años han sido merecedoras de la atención de los investigadores adscritos al Área de Protección de Cultivos del Centro IFA-PA Alameda del Obispo:

1) Las numerosas consultas del sector olivarero, que manifiestan una gravedad creciente de los ataques de verticilosis en Andalucía, especialmente en las nuevas plantaciones establecidas con sistemas de cultivo intensivo en regadío, pero que afectan también de forma severa incluso a plantaciones con olivos centenarios (Bejarano Alcázar, 2005)

2) La elevada preocupación de las comunidades de regantes en Andalucía, generada por el efecto devastador de la VO en olivares de regadío.

La atención prestada a ambos temas nos llevó a plantear un proyecto de investigación que fue aprobado en el año 2003 (CAOD.03-3) para estudiar la posibilidad de que el agua utilizada para el riego de olivares en Andalucía estuviese infestada por *V. dahliae* y que la presencia del patógeno en ella variara con el tiempo durante la temporada de riego. El planteamiento señalado está basado en la hipótesis de que la infestación del agua pudiera ocurrir por esclerocios libres o embebidos en restos infectados movidos por el viento o por el hombre desde el suelo hasta el agua de ríos, pozos o embalsada, o arrastrados por el agua de lluvia hasta los ríos y acuíferos. La presencia y dispersión de este patógeno en el agua de riego de olivares podría explicar en gran medida la súbita aparición de árboles enfermos que se observa tras la implantación del riego en olivares tradicionales sin antecedentes de verticilosis y la rápida extensión de la enfermedad en plantaciones de olivar intensivo en regadío (foto 2).

La incorporación del riego a plantaciones de olivo en Andalucía parece haber creado situaciones que han favorecido la extensión y gravedad de los ataques de verticilosis.



Siapton®

En primavera, mayor floración
Mejor cuajado de fruto
En otoño, mayor rendimiento

Cuproflow®

El más persistente
El Cobre-Pasta de ISAGRO
El Cobre más resistente al lavado
demostrado por la Universidad de Córdoba



ISAGRO ESPAÑA

Maldonado, 63, C 2º 28006 Madrid -Tel. 91 402 30 40 - Fax. 91 401 30 59



Foto 2. (←) Olivar de doce años de edad regado por goteo con graves ataques de verticilosis. Obsérvense las reposiciones (▼) de árboles realizadas en diferentes tiempos a causa de la muerte de olivos infectados por *V. dahliae*.

Seguimiento de *V. dahliae* en el agua de riego

Las investigaciones que presentamos aquí corresponden a un seguimiento temporal de la presencia de *V. dahliae* realizado en el agua de riego de un total de 33 campos de olivo afectados por la verticilosis y regados con agua subterránea de pozo o agua superficial embalsada de origen en el río Guadalquivir. Los campos estuvieron localizados en las principales áreas de cultivo del olivo de las provincias de Jaén y Sevilla en los años 2004 (5 y 18 campos, respectivamente) y 2005 (7 y 14 campos, respectivamente), siendo 11 de los campos comunes en ambos años de muestreo (figura 1). En los campos experimentales seleccionados para este estudio, el patógeno se aisló al menos de uno de cinco árboles afectados por la verticilosis que fueron examinados en cada campo y comprendieron una diversidad de cul-

tivares que incluyó Picual en Jaén y Sevilla y Gordal, Hojiblanca y Manzanilla en Sevilla. En el año 2004 se analizaron un total de 120 muestras de 0,5 l de agua, recolectadas desde marzo hasta julio; de ninguna de ellas se aisló *V. dahliae*, debido posiblemente al pequeño volumen de agua analizada. En el año 2005, el análisis de 80 muestras de 1.000 l de agua, recolectadas desde febrero hasta abril, puso de manifiesto la presencia de propágulos del hongo en el agua de riego prospectada en las provincias de Jaén y Sevilla en todos los períodos de muestreo considerados. *V. dahliae* infestó el agua de riego del 85,7% de los campos inspeccionados en cada provincia, siendo aislado (foto 3) tanto del agua de los pozos como del agua embalsada de origen en el río Guadalquivir

(figura 2). Propágulos de dos diferentes tamaños, esclerocios ($\geq 20 \mu\text{m}$) y estructuras fúngicas mayoritariamente distintas de ellos ($\geq 1,2 \mu\text{m}$ y $< 20 \mu\text{m}$) pudieron ser cuantificados en el agua de riego, donde las segundas fueron mucho más abundantes y sus cantidades variaron más con el período de muestreo que los esclerocios.

Posibles daños ocasionados a los cultivos

La detección de *V. dahliae* en el agua de riego de olivares en Andalucía puede tener importantes connotaciones epidemiológicas por posibilitar la dispersión del patógeno a cortas y a largas distancias. Ello sería especialmente relevante en el caso de que las poblaciones del hongo contenidas en el agua de

riego incluyesen variantes patogénicas altamente virulentas, letales no sólo en olivo sino también en algodón. Asimismo, considerando que las aguas superficial y subterránea infestadas por *V. dahliae* pueden ser utilizadas para el riego de diferentes especies vegetales

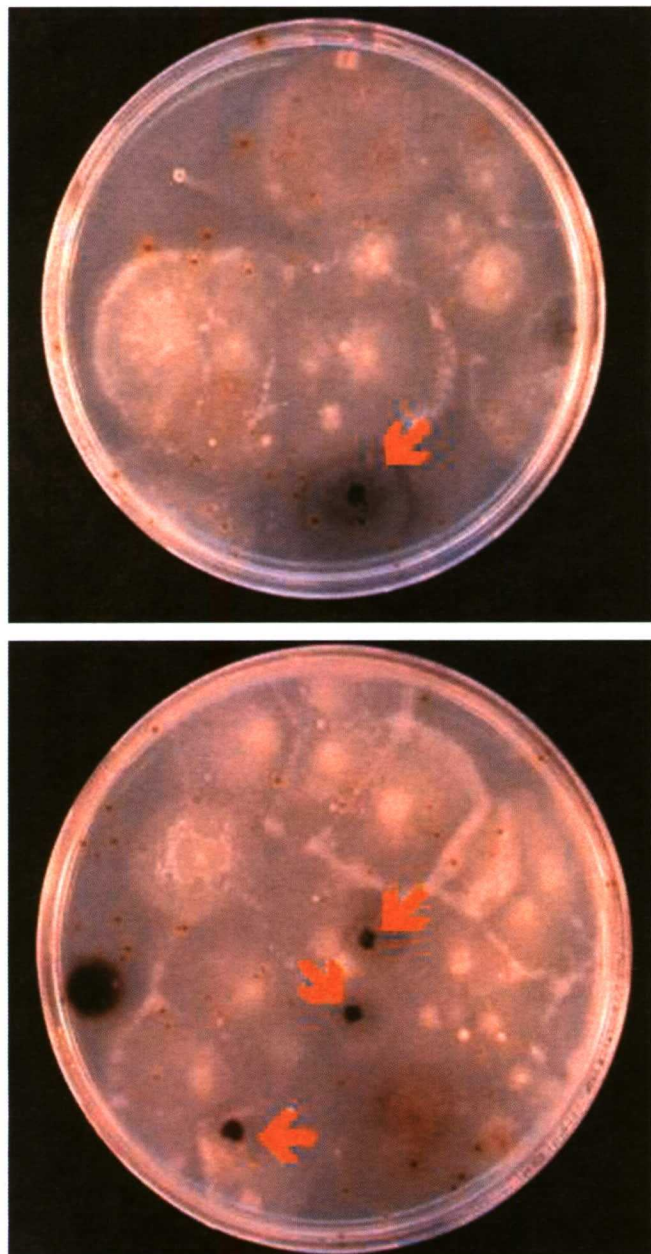


Foto 3. Colonias de *V. dahliae* de diferente tamaño formadas sobre medio de cultivo semiselectivo a partir del agua de riego de campos de olivo.



Cosecha Integral del Olivar



AGROSAN

Distribuidor Oficial

Polígono de la Torrecilla

14013 Córdoba

Tel /Cel : 957 296 700 – 696 906 191

info@maqtec.com | www.maqtec.com





El análisis de muestras de agua de riego recolectadas desde febrero hasta abril del año 2005 puso de manifiesto la presencia de propágulos de *Verticillium dahliae* en el agua prospectada en las provincias de Jaén y Sevilla en todos los períodos de muestreo considerados. El patógeno infestó el agua de riego del 85,7% de los campos prospectados en cada provincia, siendo aislado tanto del agua de los pozos como del agua embalsada de origen en el río Guadalquivir.

Figura 1.

Distribución geográfica de los campos de olivo en los que se tomaron muestras del agua de riego.



Figura 2.

Distribución geográfica de los campos de olivo que utilizaron para regar agua infestada por *V. dahliae* en el año 2005.



cultivadas, los resultados obtenidos en nuestras investigaciones podrían revestir graves implicaciones para la sanidad vegetal en general en Andalucía, debido a la gama de plantas huéspedes extremadamente amplia del patógeno (Pegg y Brady, 2002). Consecuentemente, los resultados referidos nos han animado a continuar y profundizar las investigaciones sobre la presencia de *V. dahliae* en el agua utilizada para el riego de cultivos de interés en Andalucía y su importancia en las epidemias de verticilosis, y a estudiar y evaluar la eficacia de diversas medidas de control para su aplicación si fuese necesario.

Consideraciones finales

Todo lo anteriormente expuesto debe motivar una razonable preocupación en el sector olivarero andaluz, pero no ocasionar una alarma excesiva, que no estará justificada hasta que se demuestre que las poblaciones del hongo que infestan el agua de riego de olivar poseen capacidad para causar enfermedad en éste u otros cultivos huéspedes. Es importante, en cualquier caso, que el agricultor sea consciente de que debe utilizar todas las medidas preventivas posibles para evitar la infestación del agua de riego, tales como: mantener los pozos y balsas de almacenamiento tapados el máximo tiempo posible para evitar la llegada de partículas de polvo, principalmente cuando dichos pozos y balsas estén situados en un lugar transitado frecuentemente por vehículos o con movimiento de suelo; procurar una limpieza exhaustiva de la balsa con productos desinfectantes tras un período de desuso; mantener el agua limpia de restos vegetales; y evitar introducir en el agua todo tipo de utensilios (cubos, gomas, etc., incluidas las botas de los operarios) que contengan suelo o restos de plantas o, en su caso, desinfectarlos antes de usarlos. ■

Agradecimientos. Las investigaciones mencionadas en este artículo han sido financiadas por el proyecto CAOD.03-3. Los autores quieren expresar su agradecimiento a D. Francisco Vico Baena por su asistencia técnica en el desarrollo de los trabajos, a los propietarios de los campos experimentales utilizados en este estudio y a la Comunidad de Regantes Nuestra Señora de los Dolores (Arjona, Jaén) por la colaboración que han prestado desinteresadamente. Durante el desarrollo de dichas investigaciones, la Dra. Dolores Rodríguez Jurado disfrutaba de un contrato INIA-CCAA para realizar sus actividades de investigación en el IFAPA, Junta de Andalucía.

Bibliografía

Existe una amplia bibliografía a disposición de los lectores en redaccion@eumedia.es