

Respuestas al Riego que Influyen en la Verticilosis del Olivo



1. Antecedentes y Objetivos

2. Materiales y Métodos

3. Resultados

4. Conclusiones



Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera
CONSEJERÍA DE AGRICULTURA, PESCA Y DESARROLLO RURAL

Unión Europea

Fondo Europeo
de Desarrollo Regional



Respuestas al Riego que Influyen en la Verticilosis del Olivo - [Santos Rufo, A., Hidalgo Moya, J.J., Hidalgo Moya, J.C., Vega Macías, V., y Rodríguez Jurado, D.] - Córdoba. Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural. Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera, 2018. 1-11 p. - (Área de Protección Vegetal Sostenible).

Verticillium dahliae- Crecimiento de brotes- Crecimiento de raíz- Conductancia estomática- Estrés hídrico- Eficiencia en el uso del agua



Este documento está bajo Licencia Creative Commons.
Reconocimiento-No comercial-Sin obra derivada.

Respuestas al Riego que Influyen en la Verticilosis del Olivo

© Edita JUNTA DE ANDALUCÍA. Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera.

Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural.

Córdoba, Noviembre 2018.

Autoría:

Antonio Santos Rufo¹

Javier Jesús Hidalgo Moya¹,

Juan Carlos Hidalgo Moya¹,

Victorino Vega Macías¹

Dolores Rodríguez Jurado¹

¹ IFAPA, Centro Alameda del Obispo, Córdoba

Agradecimientos:

Este trabajo fue financiado por los proyectos RTA2011-00019-00-00 del INIA y PR.TRA.TRA2013.5 del IFAPA parcialmente financiados por el FEDER.

Respuestas al Riego que Influyen en la Verticilosis del Olivo

1. Antecedentes y Objetivos

El riego es la práctica de cultivo que más ha impactado sobre la Verticilosis del olivo (VO) en Andalucía. El agua puede propiciar condiciones para favorecer el desarrollo de esta enfermedad incluso no estando infestada por *Verticillium dahliae*, el patógeno causante de la VO.

En un estudio de 3 años llevado a cabo en IFAPA en su Centro “Alameda del Obispo” en Córdoba se simuló el establecimiento de una plantación en regadío del cultivar más extendido en Andalucía (Picual) en suelo infestado o no por el patotipo más virulento de *V. dahliae* (defoliante). En este experimento se encontró una influencia notable de la frecuencia de riego en la enfermedad, y de ésta y el contenido de humedad en el suelo sobre el inoculo de *V. dahliae* aunque los tratamientos de riego que ocasionaron la exposición de las raíces a mayor densidad de esclerocios (estructura de resistencia del patógeno) presentaron menor incidencia de enfermedad y de infección.

Dado que el efecto de distintos regímenes de riego sobre el desarrollo de la enfermedad no parece que sea explicado exclusivamente por la densidad de inoculo del hongo en el suelo, planteamos determinar qué cambios morfológicos y fisiológicos en el olivo promovidos por diferentes regímenes de riego podrían esclarecer los efectos del riego sobre la enfermedad (Imagen 1).

El objetivo del presente trabajo ha sido estudiar si el efecto de distintos tratamientos de riego por goteo superficial sobre la VO se debe a una respuesta diferente del olivo al riego en términos de crecimiento y parámetros fisiológicos.

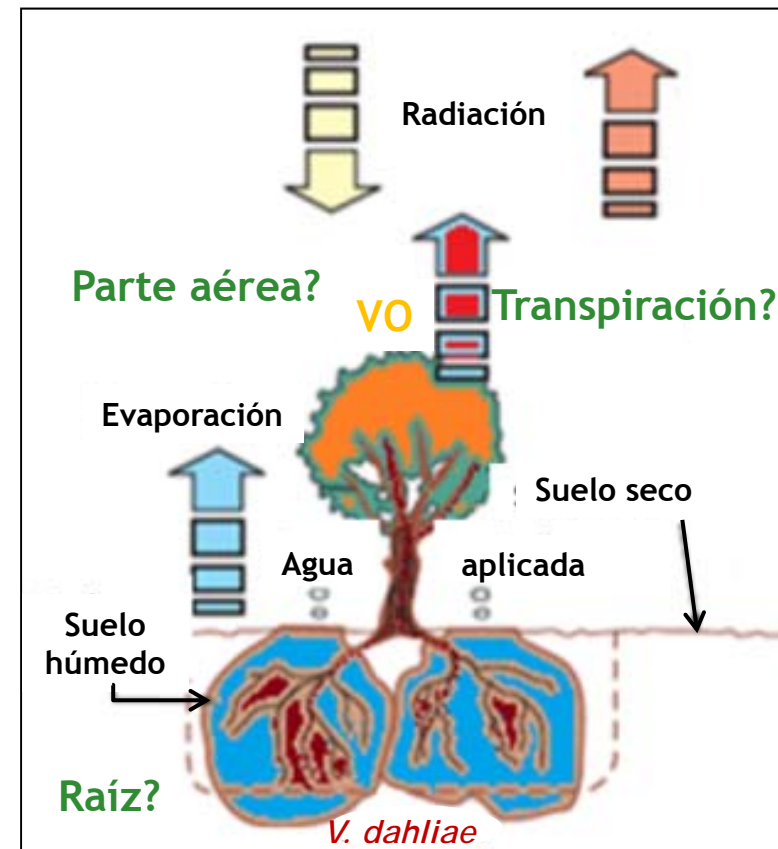


Imagen 1. Interacción suelo-planta-atmósfera.

Respuestas al Riego que Influyen en la Verticilosis del Olivo

2. Materiales y Métodos

El estudio se realizó utilizando plantas ‘Picual’ de un ensayo en el que se regó con agua libre del patógeno durante 3 años. Los riegos se proporcionaron para disponer dos niveles de humedad en el suelo: rango alto (RA) a capacidad de campo y rango bajo (RB), al 65% de la misma. Dichos niveles de humedad en el suelo se alcanzaron con tres estrategias de riego: frecuencia diaria (FD), semanal (FS) y una combinada de ambas denominada diaria-semanal (FDS), que correspondieron aproximadamente a 2, 7 y 6 días/evento de riego. Los plantas estuvieron dispuestas individualmente en grandes macetones manteniendo para cada tratamiento de riego igual número de árboles inoculados (24) que no inoculados (Imagen 2).

Se realizaron medidas periódicas del crecimiento de los árboles y de potencial hídrico (Ψ) con las que se calcularon el Área bajo la curva de progreso del crecimiento (ABCPC) y la integral del estrés hídrico (S_{Ψ}). La biomasa aérea y de raíz de las plantas, junto con otros parámetros de crecimiento, fue estimada al inicio y final del experimento, con el fin de calcular la biomasa relativa y la eficiencia en el uso del agua para la producción de biomasa (EUA) en cada tratamiento.

Se aplicó el contraste de la diferencia mínima significativa protegida de Fischer ($P=0,05$) para comparar las medias de tratamientos para todos los parámetros de estudio. Se realizó un análisis de componentes principales para describir la covariación entre los parámetros de crecimiento y fisiológicos y los parámetros de enfermedad e inóculo del hongo en el suelo, junto a otros, conocidos de estudios anteriores.



Imagen 2. Vista general del ensayo (centro) junto a las plantas, sustrato infestado por el hongo e infraestructura de riego utilizados.

Respuestas al Riego que Influyen en la Verticilosis del Olivo

3. Resultados

3.1 Respuestas en crecimiento en relación a la Verticilosis del olivo en regadío

El crecimiento medio de los olivos después de tres años fue de unos 230 cm en ausencia del patógeno aunque fluctuó con el cambio estacional. Uno de los aspectos más significativos fue la diferencia en la progresión de la longitud de brotes entre las plantas inoculadas y no inoculadas. Esto se confirmó en los análisis de los valores de este parámetro calculados como la cantidad relativa de crecimiento de brotes en el tiempo o Área bajo la curva de progreso del crecimiento (ABCPC), los cuales mostraron consistentemente que la inoculación afectó significativamente al crecimiento, así como al área foliar y al volumen de copa. Estos parámetros disminuyeron de media en un 27,1% en plantas inoculadas fuese cual fuese el tratamiento de riego aplicado (Tabla 1).

Sin embargo, los efectos de la frecuencia de riego y del rango de agua en el suelo fueron los mismos en plantas inoculadas y no inoculadas. El riego a frecuencia diaria (FD) presentó un aumento del 23,5 % de media en los parámetros morfológicos indicados, respecto al riego semanal (FS) y el combinado (FDS) independientemente del rango de agua en el suelo. Por otra parte, las plantas regadas para capacidad de campo (RA) mostraron un valor medio 14,1 % menor a aquellas regadas a un rango bajo de humedad (RB) para los mencionados parámetros e independientemente de la frecuencia de riego.

Tabla 1. Parámetros morfológicos en el cultivar de olivo Picual en suelo infestado y no infestado por *V. dahliae*.

	ABCPC (%)	Área foliar (m ²)	Volumen de copa (m ³)
Infestación			
-V	21,0 *	1,08 *	0,47 *
+V	13,9	0,75	0,39
RCA			
Alto	16,0 B	0,82 B	0,41
Bajo	18,9 A	1,00 A	0,45
Frecuencia			
Diaria	20,0 a	1,03 a	0,50 a
Semanal	16,4 b	0,88 b	0,39 b
Diaria-Semanal	16,0 b	0,83 b	0,40 b

-V and +V indican plantas no inoculadas o inoculadas, respectivamente; RCA = rango de contenido de agua en el suelo. Las medias para la infestación, los rangos de humedad en el suelo y las frecuencias de riego con distinta letra o asterisco difieren significativamente según el contraste MDS ($p < 0.05$).

Respuestas al Riego que Influyen en la Verticilosis del Olivo

3. Resultados

3.2 Respuestas en biomasa en relación a la Verticilosis del olivo en regadío

Algo similar ocurrió cuando evaluamos la biomasa relativa y la eficiencia en el uso del agua (EUA), como se puede ver en la Tabla 2. Todos los factores estudiados (infestación del suelo, rango de contenido de agua en el suelo y frecuencia de riego) influyeron sin interacción entre el hongo y alguno de los factores de riego (rango de contenido de agua en el suelo y frecuencia de riego).

En plantas inoculadas, la biomasa relativa y la EUA se redujeron de media en un 31,6 y 33,3 %, respecto a plantas no inoculadas (Tabla 2). Esta disminución fue mayor que la causada en promedio por el rango de agua en el suelo (RCA alto) o la frecuencia de riego (frecuencia semanal y diaria-semanal), que alcanzó valores de 17,6 y 20,8 % o 22,7 y 24,5 % para la biomasa y la EUA, respectivamente.

Tabla 2. Parámetros de biomasa en el cultivar de olivo Picual en suelo infestado y no infestado por *V. dahliae*.

	Biomasa relativa al inicio (%)		Eficiencia en el uso del agua (g materia seca L ⁻¹)
	AÉREA	RAIZ	
Infestación			
-V	68,5 *	486,5 *	5,1 *
+V	51,5	299,1	3,4
RCA			
Alto	56,0 B	342,6 B	3,8 B
Bajo	64,0 A	442,9 A	4,8 A
Frecuencia			
Diaria	68,4 a	479,2 a	5,1 a
Semanal	56,3 b	366,9 b	4,0 b
Diaria-Semanal	55,3 b	332,2 b	3,7 b

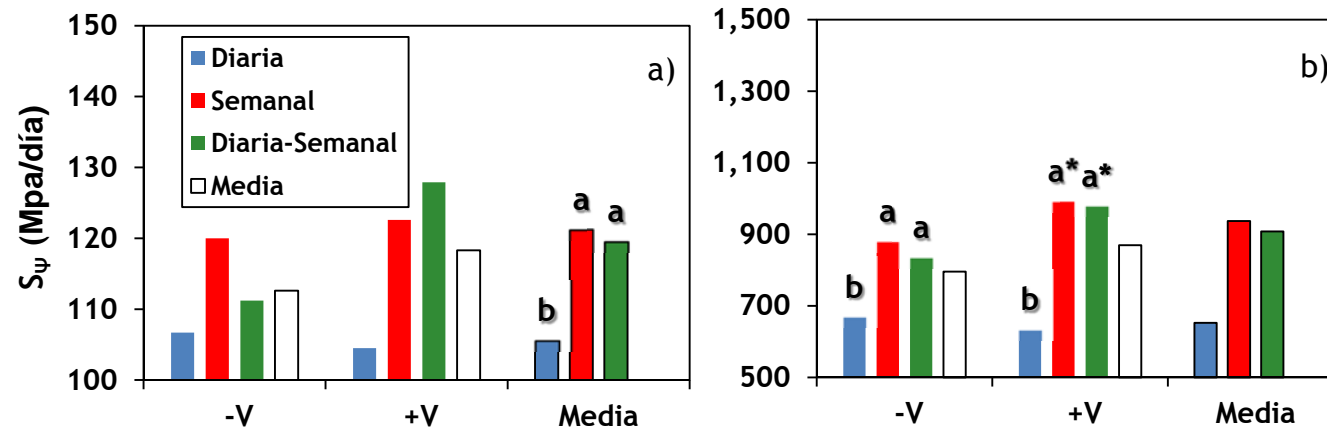
-V and +V indican plantas no inoculadas o inoculadas, respectivamente; RCA = rango de contenido de agua en el suelo. Las medias para la infestación, los rangos de humedad en el suelo y las frecuencias de riego con distinta letra o asterisco difieren significativamente según el contraste MDS ($p < 0,05$).

Respuestas al Riego que Influyen en la Verticilosis del Olivo

3. Resultados

3.3 Modificaciones fisiológicas en relación a la Verticilosis del olivo en regadío

El potencial hídrico a mediodía aunque fluctuó en el tiempo presentó una tendencia a disminuir desde principios de la primavera hasta final del verano en todos los tratamientos, siendo la fluctuación menor para los tratamientos regados a diario que los regados a otras frecuencias. Aplicando la denominada integral del estrés hídrico (S_{ψ}) a partir de las medidas de potencial hídrico a lo largo del tiempo (que representa en valores positivos la cantidad de estrés), se encontró diferencias significativas para éste parámetro debidas a la frecuencia de riego a final del verano del primer año. Las plantas regadas a diario presentaron aproximadamente un 15 % de valores menores de estrés que la media, tanto en plantas inoculadas como las que no (Figura 1a).



Esto pudo provocar que al final del ensayo, las plantas inoculadas regadas a frecuencia diaria (FD) tuviesen menor estrés acumulado a lo largo del año, es decir un valor de la integral de estrés significativamente inferior a las plantas regadas con las otras frecuencias (FS y FDS) (Figura 1b), las cuales mostraron más cantidad de enfermedad.

Figura 1. Integral del estrés hídrico en el cultivar de olivo Picual en suelo infestado (+V) y no infestado (-V) con *V. dahliae* regado a tres frecuencias de riego (diaria, semanal y diaria-semanal) durante uno (a) y tres años (b). Las barras con distinta letra o asterisco indican diferencias significativas según el contraste MDS ($p < 0,05$) entre frecuencias de riego o plantas inoculadas (+V) y no inoculadas (-V).

Respuestas al Riego que Influyen en la Verticilosis del Olivo

3. Resultados

3.4 Relaciones de los parámetros de crecimiento y fisiológicos con la enfermedad y el inóculo en el suelo

Se encontraron altas correlaciones o asociaciones entre los parámetros de crecimiento y fisiológicos evaluados con aquellos de enfermedad e inóculo, junto a otros, conocidos de estudios previos. Los parámetros de enfermedad, como el área bajo la curva de progreso de la enfermedad (ABCPE) y la Incidencia e Índice de Intensidad de enfermedad final, correlacionaron mejor que los de inóculo (área bajo la curva de progreso de la densidad de inóculo total, de micropropágulos y de esclerocios en suelo húmedo y seco) con el volumen de copa y EUA ($R^2 > 0,70$; Figura 2).

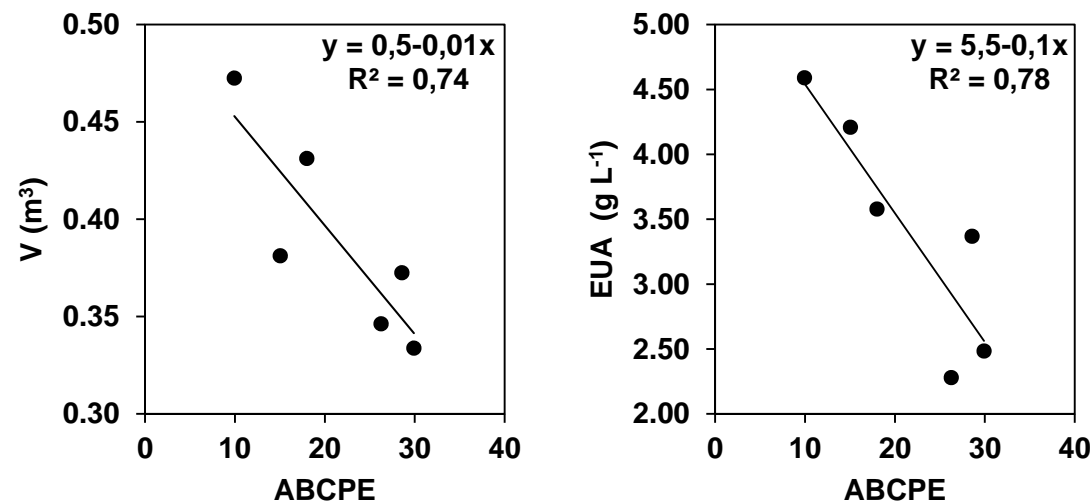


Figura 2. Relación entre parámetros morfo-fisiológicos (V = Volumen de copa y EUA= Eficiencia en el uso del agua) y el parámetro de enfermedad área bajo la curva de progreso de la enfermedad (ABCPE= cantidad de enfermedad relativa al máximo desarrollada durante los 3 años) en el cultivar de olivo Picual.

Gracias a estas altas correlaciones podemos conocer, por ejemplo, que para el caso de la EUA ($EUA = 5,5 - 0,1 \times ABCPE$) cada unidad de aumento de la enfermedad resulta en un descenso de $0,1 \text{ g materia seca L}^{-1}$.

Respuestas al Riego que Influyen en la Verticilosis del Olivo

3. Resultados

3.5 Estudio de las relaciones entre parámetros del olivo y de la enfermedad

El estudio del tipo de asociación entre los parámetros antes indicados mostró una clara diferenciación de las plantas no inoculadas con las inoculadas con *V. dahliae*, formando dos grupos compactos separados entre sí, excepto por las plantas inoculadas con *V. dahliae* y regadas a diario para un rango de humedad en el suelo bajo (Rbfd; flecha en cuadrante negativo de plantas no inoculadas). Este tratamiento fue colocado fuera del grupo de los tratamientos inoculados y cerca del grupo de los tratamientos no inoculados (Figura 3).

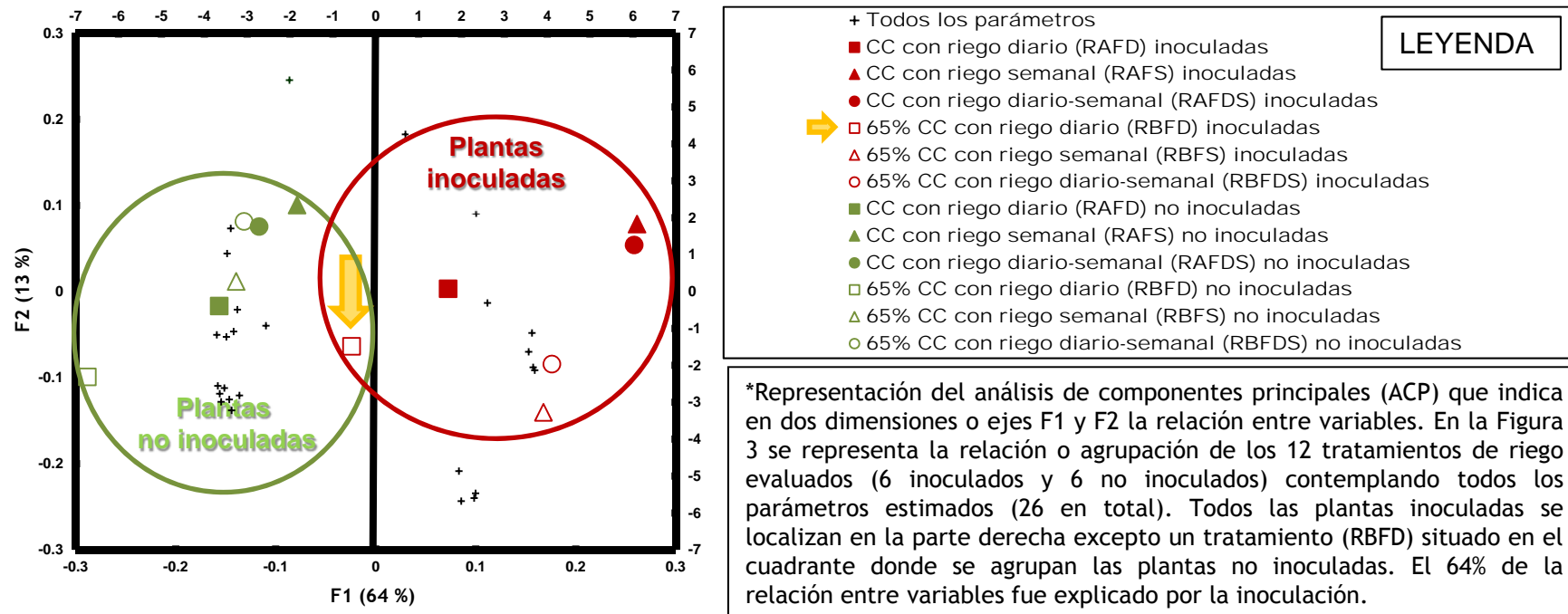


Figura 3. Posición de parámetros morfológicos, de biomasa, fisiológicos, de enfermedad y de inóculo del hongo en el suelo en el primer y segundo eje del análisis de componentes principales*.

Respuestas al Riego que Influyen en la Verticilosis del Olivo

4. Conclusiones

- ✓ En plantas no inoculadas, los tratamientos de riego a rango bajo de humedad (RB) promovieron mayor crecimiento de brotes, biomasa relativa y eficiencia en el uso del agua que el riego a rango alto de humedad (RA), independientemente de la frecuencia de riego. Estos parámetros y el potencial hídrico fueron también mayores a frecuencia diaria (FD) que a otras frecuencias a cualesquiera de los dos rangos de humedad en el suelo estudiados.
- ✓ Se encontró similar tendencia del efecto del riego en las plantas inoculadas salvo que el hongo redujo los parámetros citados (crecimiento de brotes, biomasa relativa, eficiencia en el uso del agua y el potencial hídrico) entre un 17,0 y un 38,5 %.
- ✓ Mayor crecimiento de brotes y biomasa relativa de la parte aérea en las plantas regadas a diario pudo prevenir la expresión de síntomas severos en estas plantas comparadas con las regadas a otras frecuencias de riego.
- ✓ El riego a diario pudo reducir además la enfermedad por mejorar el estatus hídrico de las plantas al imponer en éstas menor estrés hídrico que el impuesto por otras frecuencias de riego, a las cuales la suma del estrés hídrico promovido por el riego y el causado por el hongo contribuyó a la enfermedad.
- ✓ Menor biomasa relativa y longitud de brotes pudieron favorecer la acumulación de infecciones radiculares y la cantidad de hongo por longitud de tejido en las plantas a rango alto de humedad (RA), en las cuales la infección fue mayor que en plantas a rango bajo de humedad (RB).
- ✓ El riego diario a rango bajo de humedad (RB) en el suelo mantuvo el crecimiento de los brotes, la biomasa relativa, la EUA y el Ψ en las plantas inoculadas cercanos a los niveles alcanzados en las plantas no inoculadas.
- ✓ De acuerdo a lo anterior, la modalidad de riego comúnmente conocida como riego continuo con bajas dotaciones de agua, no solo optimiza la aplicación de las escasas disponibilidades de agua para el olivar sino que podría minimizar la verticilosis.

Respuestas al Riego que Influyen en la Verticilosis del Olivo

Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera

Avenida de Grecia s/n
41012 Sevilla (Sevilla) España
Teléfonos: 954 994 595 Fax: 955 519 107
e-mail: webmaster.ifapa@juntadeandalucia.es



www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/ifapa/servifapa



Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera
CONSEJERÍA DE AGRICULTURA, PESCA Y DESARROLLO RURAL

Unión Europea

Fondo Europeo
de Desarrollo Regional

