

ENTRE OTROS FACTORES, SE HA CONSTATADO LA INFLUENCIA DE LA RESISTENCIA GENÉTICA DE CADA VARIEDAD

Métodos culturales, químicos y biológicos de control del repilo

En este artículo se resume la información sobre las principales medidas de control del repilo del olivo, si bien hay que resaltar que la lucha contra las enfermedades del olivo de-

be contemplarse de forma integral, como un componente más del cultivo, con vistas a lograr una producción elevada y de calidad, pero con el mínimo impacto ambiental.

Roca, L. F., Viruega, J. R., López-Doncel, L. M., Moral, J., Trapero, A.

Grupo de Patología Agroforestal. Departamento de Agronomía. ETSIAM. Universidad de Córdoba.

El repilo del olivo, causado por el hongo mitosporico *Fusicladium oleagineum* (= *Spilocaea oleagina* o *Cycloconium oleagineum*), es la enfermedad más común del olivar en el mundo, ocasionando graves defoliaciones y pérdidas de cosecha si no se controla (foto 1). El diagnóstico de la enfermedad se basa en los síntomas y signos característicos (foto 2), por lo que no presenta dificultades (Trapero y Blanco, 2008). Sin embargo, en con-

diciones desfavorables, las infecciones permanecen latentes, sin mostrar signos ni síntomas visibles durante largos periodos de tiempo, por lo que su detección se realiza mediante el método de la sosa, que consiste en sumergir las hojas en una solución de NaOH al 5% durante 20-30 min (Zarco et al., 2007).

El patógeno es un biotrofo específico del olivo y acebuche que se desarrolla en la cutícula de los tejidos afectados donde completa su ciclo de patogénesis (figura 1), caracterizado por largos periodos de incubación o latencia, que pueden durar hasta diez meses (Trapero y Roca, 2004). La lluvia, o humedad relativa próxima a saturación, y la temperatura (8-24°C, óptimo

15°C) son los factores climáticos determinantes de las principales etapas del ciclo de patogénesis. Ello, junto a la mayor susceptibilidad de las hojas jóvenes, ha permitido establecer la primavera como el periodo crítico para las infecciones en Andalucía (Viruega y Trapero, 1999). Si existen lesiones de invierno y la primavera se presenta fresca y lluviosa, la abundancia de esporas (conidios) en las lesiones y la existencia de hojas nuevas, que son más susceptibles y no están protegidas por fungicidas, dan lugar a infecciones severas. Estas infecciones permanecen latentes durante el verano, sin producir caída de las hojas, y constituyen la fuente principal de conidios para las infecciones del otoño-invierno siguiente (Trapero y Roca, 2004). Se trata, por tanto de epidemias de desarrollo lento, mono u oligocíclicas, cuya máxima expresión se presenta al final del invierno, aunque la infección principal ocurre en primavera.

La estrategia general de lucha contra el repilo puede variar según las distintas zonas olivareras, debido a la complejidad de las epidemias, a su dependencia de las condiciones climáticas y a la incidencia de otras enfermedades o plagas. Por ello, se aconseja seguir las indicaciones de los Servicios de Sanidad Vegetal o de los técnicos del olivar (ATRIAs, APIs, ADVs, etc.) de la zona (Civantos, 1999). A continuación se resume la información sobre las principales medidas de control, si bien hay que resaltar que la lucha contra las enfermedades del olivo debe contemplarse de forma integral, como un componente más del cultivo, con vistas a lograr una producción elevada y de calidad, pero con el mínimo impacto ambiental.



Foto 1. Olivos gravemente defoliados por el repilo.

CUADRO I.

Susceptibilidad de cultivares de olivo al repilo causado por *Fusicladium oleagineum*^a.

Categoría ^b	Cultivar
AS	Blanqueta, Callosina, Cornicabra, Empeltre, Lechín de Granada, Manzanilla de Sevilla, Meski, Morisca, Ocal, Pajarero, Picholine marroquí, Picual, Verdial de Huévar, Verdial de Vélez-Málaga.
S	Alameño de Cabra, Changlot Real, Gordal de Granada, Gordal Sevillana, Hojiblanca, Lucio, Manzanilla del Piquito, Morona.
M	Alfajara, Arbequina, Bical, Cobrançosa, Manzanilla Cacerëña, Manzanilla de Guadix, Morrut, Picudo, Royal de Cazorla.
R	Borriolenca, Chetoui, Escarabajillo, Gordal de Archidona, Leccino, Megaritiki, Racimal, Rapasayo, Temprano, Vallesa, Zarza.
AR	Arbosana, Cipressino, Dolce Agogia, Frantoio, Galega vulgar, Koroneiki, Lechín de Sevilla, Manzanilla de Montefrío, Oblonga, Razzola.

^a Evaluación realizada en inoculaciones artificiales y en el Banco Mundial de Germoplasma de Olivo del IFAPA de Córdoba.
^b AS= altamente susceptible, S= susceptible, M= moderadamente susceptible, R= resistente, AR= altamente resistente.



Foto 2. Síntomas de repilo en hojas de olivo.

Métodos culturales

Debido a la importancia que tienen la elevada humedad ambiental y el agua libre en el desarrollo de la enfermedad, son recomendables aquellas medidas culturales que favorezcan la ventilación de los árboles, tales como podas selectivas y marcos de plantación que eviten copas densas o muy juntas. En este sentido, los nuevos sistemas de cultivo superintensivos o en seto propician un mayor sombreado de los árboles, favoreciendo los ataques de repilo y obligando a in-

tensificar las medidas de control (Trapero, 2007). Otro factor que influye significativamente en la severidad de las infecciones es el estado nutritivo del árbol. Así, se conoce que el exceso de nitrógeno y la deficiencia de potasio y calcio favorecen la infección por *F. oleagineum* (De Andrés, 1991; Trapero y Blanco, 2008). Por ello, se recomienda una fertilización equilibrada, no abusando de los abonados nitrogenados y evitando que no se produzcan deficiencias nutritivas (Trapero y Blanco, 2008).

Resistencia genética

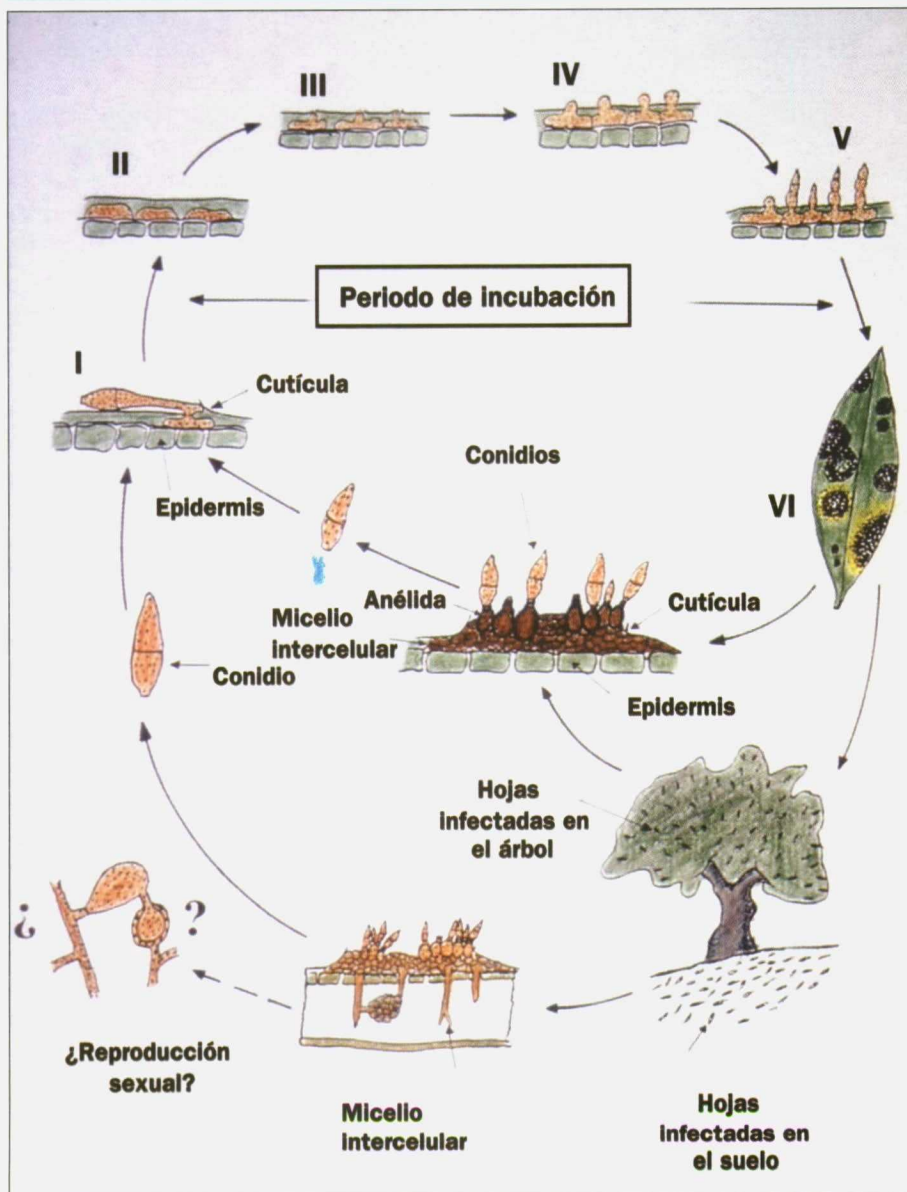
En zonas endémicas y en campos donde se den condiciones muy favorables para la enfermedad, es recomendable la elección de variedades poco susceptibles. Sin embargo, el predominio de los criterios de calidad y productividad, así como la escasez de cultivares resistentes con buenas características agronómicas, limitan las posibilidades de aplicación de esta medida (Rallo *et al.*, 2005). No obstante, esta situación podría mejorar en un futuro próximo, ya que el desarrollo de resistencia a *F. oleagineum* está incluido en el programa de mejora genética del olivo que se desarrolla en Andalucía y se han identificado genotipos resistentes entre las descendencias seleccionadas por características agronómicas (Alsalmiya, 2004).

En la última década, el desarrollo de un método de inoculación apto para diferenciar genotipos (López Doncel *et al.*, 2000), junto con las evaluaciones sistemáticas realizadas en el Banco Mundial de Germoplasma de Olivo del IFAPA de Córdoba y en las descendencias del programa de mejora del olivo (Rallo *et al.*, 2005), han permitido clasificar por su resistencia al repilo más de 3.000 genotipos, destacando la elevada susceptibilidad de los principales cultivares españoles (cuadro I y foto 3). Los mecanismos responsables de la resistencia de las variedades de olivo a *F. oleagineum* no son bien conocidos, habiéndose indicado características estructurales, como el grosor y composición de la cutícula y, sobre todo, mecanismos bioquímicos relacionados con la formación y acumulación de compuestos fenólicos en la zona de infección, principalmente derivados de la oleuropeína, un componente habitual de las hojas y frutos del olivo (Tjamos *et al.*, 1993).

Las bases genéticas de la resistencia al repilo también se desconocen, aunque existen evidencias que apuntan hacia un alelo recesivo y estudios moleculares recientes han identificado varios genes implicados en la resistencia del cultivar Lechín de Sevilla (Benítez *et al.*, 2005). En este cultivar se ha comprobado que la resistencia se expresa en los primeros momentos de la infección, reduciendo drásticamente el número de infecciones (Benítez *et al.*, 2005), aunque también se ha observado una reducción de

FIGURA 1.

Ciclo de patogénesis del repilo del olivo.



la esporulación en las lesiones ya formadas, lo que demuestra que en el mismo cultivar operan otros mecanismos de resistencia (Moral *et al.*, 2005).

Métodos químicos

La eficacia contra la enfermedad de aplicaciones foliares con fungicidas protectores, principalmente productos cúpricos, es bien conocida. En España, el tratamiento de repilo constituye una práctica más del cultivo en la mayoría de los olivares, realizándose al

menos dos aplicaciones antes de las lluvias otoñales o primaverales (Civantos, 1999). No obstante, la frecuencia y momento de las aplicaciones varía considerablemente con el nivel de infección existente, la susceptibilidad del cultivar, lo favorecedor del ambiente y la persistencia del fungicida. Por ello, se ha desarrollado un modelo de predicción de epidemias, que está siendo validado en campo incluyendo diferentes cultivares y las principales micosis aéreas (Trapero y Roca, 2004; Trapero *et al.*, 2009). Este modelo asume que la época crítica para realizar los trata-

mientos contra el repilo es la primavera, como demuestran las investigaciones realizadas en Andalucía (Viruega, 1999; Roca *et al.*, 2004) y ha sido confirmado en otros países (Shabi *et al.*, 1994; Obanor *et al.*, 2008). En esta época, el momento de comenzar los tratamientos y el número de aplicaciones viene determinado por el nivel de infección al final del invierno y por las condiciones meteorológicas, pudiendo realizarse de 0 a 3 tratamientos entre final de invierno y final de primavera. Estos tratamientos van dirigidos principalmente a proteger la hoja nueva, aunque también ayudan a reducir el inóculo formado en las lesiones foliares, sobre todo en el tratamiento de final de invierno, cuando se alcanza la máxima producción de inóculo. Cuando se requiera más de un tratamiento, se recomienda reducir la dosis de fungicida y fragmentar las aplicaciones para proteger mejor la hoja en desarrollo.

El factor determinante de los tratamientos otoñales es el nivel de infección al final del verano. Si no es elevado (<1% de hojas infectadas), los tratamientos pueden demorarse hasta la aparición de las primeras manchas esporuladas, o incluso eliminarse, ya que si el otoño no es muy lluvioso las infecciones permanecen latentes hasta el invierno, después de la recolección de las aceitunas. No obstante, la eliminación de los tratamientos otoñales debe realizarse sólo cuando el cultivar sea resistente a la antracnosis causada por *Colletotrichum* spp., como ocurre con el cultivar Picual. En el caso de cultivares susceptibles a la antracnosis, como Hojiblanca o Picudo, el tratamiento otoñal es crítico para el control de esta enfermedad, aunque no resulte de utilidad contra el repilo por el bajo nivel de infección detectado al final del verano.

Fungicidas más utilizados

Entre los fungicidas utilizados contra el repilo hay que destacar los productos de cobre (hidróxidos, oxiclóruos, óxidos, sulfatos), aunque también se emplean compuestos orgánicos (mancozeb, maneb, propineb), generalmente mezclados con cobre. Dado que son tratamientos preventivos, es necesario mojar muy bien con el caldo fungicida toda la copa del árbol y preferentemente las ramas bajas e interiores, que es donde más frecuentemente se desarrolla la enfermedad.

La cantidad de cobre depositado en las hojas guarda una relación inversa con la severidad de las infecciones, por lo que la dosis de aplicación es de gran importancia para una adecuada protección de las hojas (Roca *et al.*, 2007). Como los períodos de infección pueden ser relativamente largos, un factor relevante para la eficacia de los fungicidas preventivos en campo es su persistencia o resistencia al lavado por lluvia. Estudios realizados en condiciones controladas y en campo, han puesto de manifiesto que existen diferencias notables de persistencia entre fungicidas cúpricos, pero estas diferencias no dependen del tipo de sal o compuesto cúprico, ni de la dosis aplicada, sino de la formulación comercial del producto (Marchal *et al.*, 2003). Aparte de la posible contaminación ambiental por cobre, que debe ser controlada, el efecto secundario más preocupante de los tratamientos cúpricos es su fitotoxicidad. Sin embargo, no se han observado defoliaciones o efectos significativos en el cuajado de frutos en olivos trata-

dos en primavera con diferentes formulaciones comerciales de cobre (Roca *et al.*, 2007). En cambio, es conocido que el cobre puede penetrar en las hojas infectadas por las aberturas producidas por el patógeno y resultar fitotóxico, provocando una caída de las hojas con lesiones, por lo que resultaría beneficioso ya que contribuye a disminuir el inóculo disponible para nuevas infecciones (Tjamos *et al.*, 1993). Sin embargo, en investigaciones recientes, este efecto sólo ha podido confirmarse para el sulfato de cobre puro, pero no para los diferentes fungicidas cúpricos comerciales evaluados (Roca *et al.*, 2007).

Finalmente, al igual que ocurre con las roñas de los frutales, el crecimiento cuticular del hongo facilita la acción de productos penetrantes o sistémicos. Varios de ellos (difenoconazol, dodina, kresoxim-metil, tebuconazol, trifloxistrobin) están registrados contra el repilo y podrían ayudar a mejorar la estrategia de lucha, sobre todo en primavera, por su mayor efecto curativo. No obstante, se re-

comienda su aplicación en mezcla o alternancia con cobre para aumentar su eficacia y para evitar el desarrollo de resistencia en el patógeno (Trapero *et al.*, 2009).

Métodos biológicos

Las medidas indicadas en los apartados anteriores permiten un control satisfactorio del repilo si se integran y aplican adecuadamente. Ello ha propiciado que no se hayan realizado estudios sobre otros métodos de control alternativos o complementarios (Trapero *et al.*, 2009). Sin embargo, en los últimos años, la necesidad de minimizar el impacto ambiental de los fungicidas, está impulsando la utilización de métodos de control biológico, como el uso de microorganismos antagonistas o productos de origen natural. Por ello, se han iniciado investigaciones al respecto en relación con el repilo del olivo, cuyos resultados más significativos se indican a continuación, aunque todavía no son de aplicación práctica en campo.

microgránulos solubles

Naturamin-WSP

80% de aminoácidos libres

TITULAR
DE LA INSCRIPCIÓN
Y FABRICANTE

Daymsa



Camino de Enmedió, 120 • 50013 Zaragoza • Tel. 976 461 516 • mail@daymsa.com • www.daymsa.com

Energía y vitalidad en su olivar, de la raíz a los frutos



Foto 3. Diferencias de susceptibilidad entre cultivares de olivo tras una grave epidemia de repilo.

Respecto a los microorganismos antagonistas, se ha evaluado el efecto de numerosos aislados fúngicos y bacterianos, procedentes de hojas de olivo, sobre la germinación de los conidios de *F. oleagineum* y sobre la infección en plántulas inoculadas

artificialmente. De ellos, dos aislados bacterianos, uno identificado como *Bacillus subtilis*, y varios aislados fúngicos, principalmente de los géneros *Alternaria*, *Aureobasidium* y *Phoma*, redujeron la germinación de conidios y la infección de las plántulas en

más de un 50% respecto a los testigos correspondientes, pero no han resultado eficaces en plantones de olivo en condiciones semicontroladas (Roca et al., 2009).

Asimismo, se han evaluado numerosos extractos vegetales y productos comerciales a base de éstos. De ellos, extractos de cítricos, lentisco, olivarda, romero, saúco o tomillo, e incluso el extracto de hojas del cultivar de olivo Frantoio, resistente al repilo, han demostrado su eficacia frente a *F. oleagineum*, tanto *in vitro* como en plantones inoculados. Sin embargo, estos productos han resultado poco eficaces en los experimentos de infección natural en campo (Roca et al., 2009).

En algunos casos, el efecto de los microorganismos o extractos vegetales parece estar relacionado con la inducción de resistencia, ya que no son activos frente al patógeno y actúan en hojas no tratadas con dichos productos. Este fenómeno de inducción de resistencia sistémica en olivo ha sido también observado para diversos fitofortificantes comerciales, productos químicos orgánicos e inorgánicos, e incluso el propio cobre, lo que abre nuevas perspectivas para el control del repilo (Roca et al., 2006). ●

Bibliografía ▼

- Benítez, Y., Botella, M.A., Trapero, A., Alsalmiya, M., Caballero, J.L., Dorado, G., Muñoz-Blanco, J. 2005. Molecular analysis of the interaction between *Olea europaea* and the biotrophic fungus *Spillocaea oleagina*. *Molecular Plant Pathology* 6: 425-438.
- Civantos, M. 1999. Control de plagas y enfermedades del olivar. Consejo Oleícola Internacional, Madrid. 207 pp.
- De Andrés, F. 1991. Enfermedades y plagas del olivo. 2ª ed. Riquelme y Vargas Ediciones, Jaén. 646 pp.
- López-Doncel, L.M., Viruega, J.R., Trapero, A. 2000. Respuesta del olivo a la inoculación con *Spillocaea oleagina*, agente del Repilo. *Bol. San. Vegetal-Plagas* 26: 349-363.
- Marchal, F., Alcántara, E., Roca, L.F., Boned, J., Trapero, A. 2003. Evaluación de la persistencia de fungicidas cúpricos en hojas de olivo. *Vida Rural* 176: 52-56.
- Moral, J., Ávila, A., López-Doncel, L.M., Alsalmiya, M., Oliveira, R., Gutiérrez, F., Navarro, N., Bouhmid, K., Benali, A., Roca, L.F., Trapero, A. 2005. Resistencia a los repilos de distintas variedades de olivo. *Vida Rural* 208: 34-40.
- Obanor, F.O., Jaspers, M.V., Jones, E.E., Walter, M. 2008. Greenhouse and field evaluation of fungicides for control of olive leaf spot in New Zealand. *Crop Protection* 27: 1335-1342.
- Rallo, L., Barranco, D., Caballero, J.M., Del Río, C., Martín, A., Tous, J., Trujillo, I. (eds.). 2005. Variedades del olivo en España. Junta de Andalucía / MAPA / Edic. Mundi-prensa, Madrid, 478 pp.
- Roca, L. F., Horchani, H., Trapero, A. 2009. Search for alternatives to copper for the control of olive leaf spot caused by *Fusicladium oleagineum*. 4th European Meeting of the IOBC/wprs working Group Integrated Protection of Olive Crops. Córdoba, Spain, pp. 54.
- Roca, L.F., Viruega, J.R., Ávila, A., Oliveira, R., Marchal, F., Moral, J., Trapero, A. 2007. Los fungicidas cúpricos en el control de las enfermedades del olivo. *Vida Rural* 255: 52-56.
- Roca, L. F., Zamri, A., Alsalmiya, M., Trapero, A. 2006. Resistencia sistémica adquirida en olivo al Repilo causado por *Spillocaea oleagina*. XIII Congreso de la Sociedad Española de Fitopatología, Murcia. pp. 114.
- Shabi, E., Birger, R., Lavee, S. 1994. Leaf spot (*Spillocaea oleaginea*) of olive in Israel and its control. *Acta Hort.* 356: 390-394.
- Tjamos, E.C., Graniti, A., Smith, I.M., Lamberti, F., eds. 1993. Conference on olive diseases. *EPPD Bulletin* 23:365-550.
- Trapero, A. 2007. Enfermedades del olivar y densidad de plantación. *Mercacei* 51: 210-213.
- Trapero, A., Blanco, M. A. 2008. Enfermedades. En: *El cultivo del olivo* (D. Barranco, R. Fernández-Escobar, L. Rallo, eds.). Mundi-Prensa/Junta de Andalucía, Madrid. pp. 595-656.
- Trapero, A., Roca, L.F. 2004. Bases epidemiológicas para el control integrado de los Repilos del olivo. *Phytoma España* 164: 130-137.
- Trapero, A., Roca, L.F., Moral, J., López-Escudero, F.J., Blanco-López, M.A. 2009. Enfermedades del olivo. *Phytoma España* 209: 18-28.
- Viruega, J.R., Trapero, A. 1999. Epidemiology of leaf spot of olive tree caused by *Spillocaea oleagina* in southern Spain. *Acta Hort.* 474: 531-534.
- Zarco, A., Viruega, J.R., Roca, L.F., Trapero, A. 2007. Detección de las infecciones latentes de *Spillocaea oleagina* en hojas de olivo. *Bol. San. Veg. Plagas* 33: 235-248.