

EVALUACIÓN DE LA EFICACIA DE OTRAS MATERIAS ACTIVAS, TANTO QUÍMICAS COMO BIOLÓGICAS, PARA SU CONTROL

# Estrategias de reducción de cobre para el control del repilo del olivo

Los productos cúpricos destacan por su eficacia, elevada persistencia en hoja y bajo riesgo de desarrollo de resistencia en el patógeno, por lo que son los fungicidas más utilizados en el control del repilo del olivo. Sin embargo, parece probable que se imponga una limitación en la cantidad de cobre aplicado por hectárea y año a corto o medio plazo. Ello está obligando a rediseñar la

estrategia de lucha y control del repilo, recurriendo a otras materias activas autorizadas y a la reducción de las dosis de cobre aplicadas. En este artículo se resumen los resultados de los ensayos realizados por el departamento de Agronomía de la Universidad de Córdoba, en los que se analiza la eficacia de otras materias activas y de sus mezclas con productos cúpricos.

Roca, L.F.<sup>1</sup>, Beltrán, J.A.<sup>2</sup>, Pericas, R.<sup>2</sup>, Trapero, A.<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Grupo de Patología Agroforestal, Departamento de Agronomía, ETSIAM, Universidad de Córdoba.

<sup>2</sup> Agrupación Cordobesa de Agricultores (SAT 5185). Córdoba.

nadas a favorecer la ventilación de los árboles (marcos de plantación amplios, podas de aclareo), así como el uso de variedades resistentes. Aunque hoy día se dispone de amplia información sobre resistencia de cultivares (Moral *et al.*,

2005), todavía los criterios agronómicos predominan sobre los patológicos en la elección varietal. Por ello, se puede afirmar que el manejo de esta enfermedad se basa en el uso de fungicidas, entre los cuales los productos cúpricos des-

**E**l repilo del olivo, causado por el hongo *Fusicladium oleagineum* (= *Spilocaea oleagina* o *Cycloconium oleagineum*), es una enfermedad extendida por todas las zonas olivareras del mundo (De Andrés, 1991), que se manifiesta en forma de lesiones circulares y de color oscuro en el haz de las hojas, debidas a la esporulación del patógeno (**foto 1**). La consecuencia principal de la enfermedad es la defoliación, más o menos intensa, de los árboles afectados.

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. Las epidemias son de desarrollo lento, mono u oligocíclicas, cuya máxima expresión se presenta al final del invierno, aunque la infección principal ocurre en primavera, cuando existen abundantes hojas nuevas, más susceptibles a la enfermedad (Trapero y Roca, 2004).

En el control de esta enfermedad son de gran importancia las medidas culturales encami-



Foto 1. Lesiones esporuladas de repilo del olivo causadas por *Fusicladium oleagineum*.

tacan por su eficacia, elevada persistencia en hoja y bajo riesgo de desarrollo de resistencia en el patógeno, por lo que son los productos fungicidas más ampliamente utilizados en el control del repilo y de otras enfermedades del olivar (Roca *et al.*, 2010).

Actualmente, la UE se haya inmersa en un proceso de profunda revisión de la normativa reguladora del uso y comercialización de productos fitosanitarios, fruto del cual han surgido la Directiva CE 91/414 y, más recientemente, el Reglamento CE 1107/2009. Dicha normativa ha supuesto la reducción de un importante número de

**En el ensayo 1, los tratamientos más eficaces fueron los realizados con oxicloruro de cobre, bien solo (OC1 y OC2) o en mezcla con tebuconazol o kresoxim-metil y, en estos dos últimos casos, la reducción en la cantidad de cobre aplicado por hectárea y año fue de un 65% respecto al tratamiento OC2**

materias activas y la limitación en el uso de otras de ellas.

En el caso de los productos cúpricos, parece probable la imposición de una limitación en la cantidad de cobre aplicado por hectárea y año a corto o medio plazo. Ello está obligando a rediseñar la estrategia de lucha y control del repilo del olivo, recurriendo a otras materias activas autorizadas y a la reducción de las dosis de cobre aplicadas. Es por ello que en el departamento de Agronomía de la Universidad de Córdoba se inició hace algunos años una línea de investigación en este sentido, siendo el objetivo principal la evaluación de la eficacia de otras materias activas, tanto químicas como biológicas, para el control del repilo, así como de distintas estrategias de aplicación, fundamentalmente en relación a mezclas de estas otras materias activas con pro-



Foto 2. Aplicación de los tratamientos mediante atomizador (ensayo 1).

ductos cúpricos y dosis de aplicación, siguiendo la predicción de riesgos de infección del modelo epidemiológico del repilo (Viruega *et al.*, 1999; 2011; Roca *et al.*, 2010).

## Materiales y métodos

En el año 2009 se iniciaron dos ensayos de evaluación de productos frente al repilo en un olivar comercial con una alta incidencia de la enfermedad, en la provincia de Córdoba, sobre olivos del cultivar Picual, de treinta años de edad, con tres o cuatro pies y marco de plantación al tresbolillo (116 árboles/ha).

El diseño experimental del primer ensayo fue en bloques al azar, con cuatro repeticiones y parcela elemental de veintinueve árboles dispuestos en tres filas, realizando los muestreos en los cinco árboles centrales de cada parcela. Los tratamientos se realizaron con atomizador comercial (foto 2). Los productos y dosis aplicados fueron los indicados en el cuadro I.

En el segundo ensayo, de menor tamaño, el diseño fue completamente al azar, con seis repeticiones por combinación experimental y siendo la unidad elemental, un árbol. En este caso los tratamientos se realizaron con pulverizador autónomo (foto 3). Los productos y dosis incluidos

### CUADRO I.

Productos y dosis evaluados en el ensayo 1.

Tratamiento	Materias activas	Dosis			Cobre (Kg/ha/año) <sup>(2)</sup>
		Otoño	Invierno	Primavera	
EC	Extracto de cítricos	75 ml/hl	75 ml/hl	75 ml/hl	-
ST	Sulfato tribásico de cobre 6%	500 ml/hl	500 ml/hl	500 ml/hl	0,45
TEB+OC	Tebuconazol 25% + oxicloruro de cobre 38%	OC: 350 ml/hl (1)	60+350 ml/hl	60+350 ml/hl	2
KM+OC	Kresoxim metil 50% + oxic. de cobre 38%	20 g/hl + 350 ml/hl	20 g/hl + 350 ml/hl	20 g/hl + 350 ml/hl	2
OC1	Oxicloruro de cobre 38%	350 ml/hl	1000 ml/hl	350 ml/hl	3,2
OC2	Oxicloruro de cobre 38%	1.000 ml/hl	1000 ml/hl	1000 ml/hl	5,7

(1) En otoño no está autorizada la aplicación de Tebuconazol.

(2) Cantidad total de cobre metal aplicado por ha y año, considerando un gasto de 500 litros de caldo fungicida por ha y tratamiento.



Foto 3. Aplicación de los tratamientos mediante pulverizador autónomo (ensayo 2).

**El uso de productos inductores de resistencia o activadores de defensas (AC y OP) no parece haber tenido efecto en el control del repilo, al menos bajo las condiciones de realización del presente experimento. El efecto observado en los tratamientos en que se aplicaron mezclados con cobre podría ser debido únicamente a éste último**

en este ensayo se indican en el **cuadro II**.

Ambos ensayos se mantuvieron durante dos años y en ningún caso se incluyeron testigos sin tratamiento fungicida, a fin de evitar la defoliación de los árboles por la alta incidencia de la enfermedad y el aumento de inóculo en las parcelas.

Siguiendo los criterios del modelo epidemiológico del repilo (Viruega *et al.*, 1999; Vi-

ruega *et al.*, 2011), se aplicaron tres tratamientos al año: en otoño (octubre), invierno (enero-febrero, tras la recogida de la aceituna) y primavera (abril-mayo, después de la brotación).

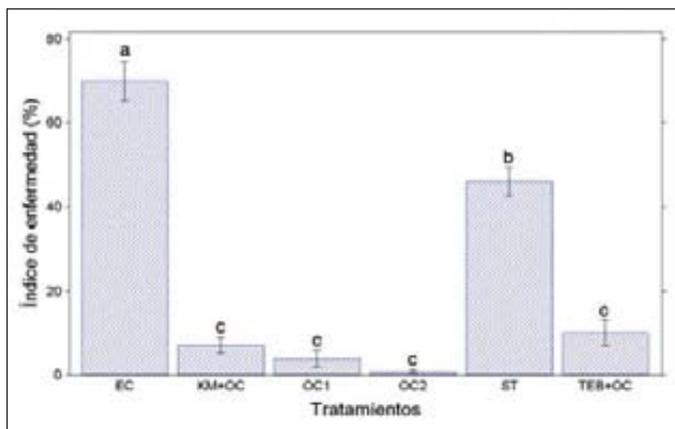
La evaluación de la enfermedad se llevó a cabo atendiendo a los parámetros de incidencia y severidad de la misma, entendidos como porcentaje de hojas afectadas y superficie foliar afectada, respectivamente y a partir de los

cuales se calculó el índice de enfermedad (IE), expresado en porcentaje, a fin de facilitar el análisis e interpretación de los datos.

En ambos casos, las evaluaciones de la enfermedad se realizaron en el momento de máximo nivel de infecciones visibles (marzo-abril), tomando cien hojas por parcela elemental. Se empleó el método de la sosa (Zarco *et al.*, 2007) para la estimación del número total de infeccio-

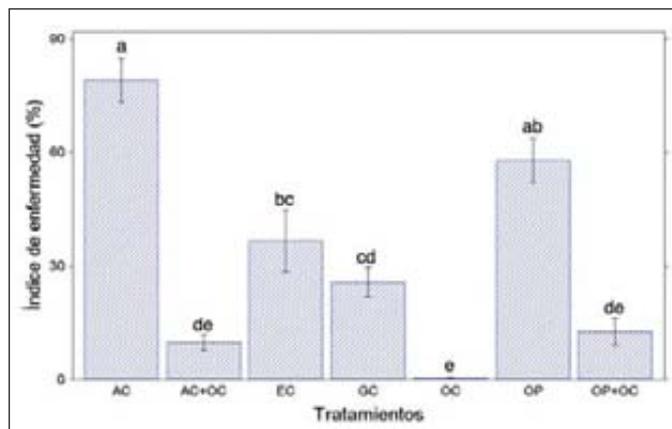
**FIGURA 1.**

**Índice de enfermedad en olivos tratados con los fungicidas evaluados (ensayo 1). (Tratamientos con la misma letra no difieren significativamente según el test HSD de Tukey protegido de Fisher para  $P = 0,05$ .)**



**FIGURA 2.**

**Índice de enfermedad en olivos tratados con los fungicidas evaluados (ensayo 2). Tratamientos con la misma letra no difieren significativamente según el test HSD de Tukey protegido de Fisher para  $P = 0,05$ .)**



## CUADRO II.

Productos y dosis evaluados en el ensayo 2.

Tratamiento	Materias activas	Dosis <sup>(1)</sup>	Cobre (Kg/ha/año) <sup>(2)</sup>
EC	Extracto de cítricos	400 ml/hl	-
AC	Aminoácidos	200 ml/hl	-
OP	Fosfipéptidos + aminoácidos	300 ml/hl	-
GC	Galacturonato de cobre 7.7%	400 ml/hl	0,9
AC+OC	AC + oxiclورو de cobre 38%	200 + 175 ml/hl	2
OP+OC	(Fosf. + a.a.) + oxíc. de cobre 38%	300 + 175 ml/hl	2
OC	Oxicloruro de cobre 38%	525 ml/hl	6

<sup>(1)</sup> En este experimento, los productos se aplicaron a las dosis indicadas, en los tres tratamientos anuales.

<sup>(2)</sup> Cantidad total de cobre metal aplicado por ha y año, considerando un gasto de 1000 litros de caldo fungicida por ha y tratamiento.

nes, visibles más latentes, presentes en las hojas. A los valores obtenidos del índice de enfermedad, se les aplicó el análisis de la varianza utilizando el programa Statistix 9 (Analytical Software, 2008).

## Resultados

En el ensayo 1 se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los distintos

productos evaluados. Los tratamientos más eficaces fueron los realizados con oxiclورو de cobre, bien solo (OC1 y OC2) o en mezcla con tebuconazol o kresoxim-metil, en los que el índice de enfermedad osciló entre el 10,1% de la mezcla TEB+OC y el 0,8% de OC2, mientras que OC1 y KM+OC alcanzaron valores intermedios, del 3,9 y 7,2%, respectivamente, no existiendo diferencias significativas entre los cuatro tratamientos (figura 1). Por el contrario, los tratamientos me-

nos eficaces fueron ST y EC, con valores del índice de enfermedad del 46 y 70% respectivamente, difiriendo significativamente del resto de productos (figura 1).

En el ensayo 2 también se observaron diferencias significativas de eficacia entre los productos evaluados (figura 2). El tratamiento más eficaz correspondió al oxiclورو de cobre (OC), con un valor de índice de enfermedad del 0,5%. Los tratamientos AC y OP mostraron por el contrario los valores más altos de dicho parámetro, 79 y 58%, respectivamente. El tratamiento GC mostró un valor intermedio del 26%. Los tratamientos AC+OC y OP+OC fueron también efectivos, con una eficacia similar a la del tratamiento OC.

## Discusión

Se ha podido comprobar que la reducción de la dosis de cobre en los tratamientos de otoño y primavera permite un control satisfactorio del repilo del olivo. Esto es debido a que la esporulación del hongo en las lesiones se inicia a partir del mes de noviembre-diciembre, por lo que el

# SILIFORTE y FUNGICHEL

## SOLUCIÓN ALTERNATIVA PARA EL REPILO EN OLIVO

### OBJETIVO:

CONTROL DE REPILO (*Spilotea Oleagina*)

Como resultado de las continuas investigaciones y ensayos de campo, Capa Ecosystems presenta un ensayo oficial realizado para evaluar la eficacia de Siliforte y Fungichel en mezcla y en combinación con cobres tradicionales y todo ello con una reducción notable de la cantidad de cobre metal por/ha y año.

APTO PARA SU USO EN AGRICULTURA ECOLÓGICA.

### RESULTADO:

ALTERNATIVAS SEGURAS  
Y ALTAMENTE EFICACES (>95%)



DISPONIBLE ENSAYO  
OFICIAL EN LA WEB  
capaecosystems.es

tratamiento de mayor importancia es precisamente el aplicado tras la recolección (enero-febrero) (Roca *et al.*, 2010).

En primavera, si ésta se presenta fresca y lluviosa y hay inóculo disponible del patógeno, se producen las infecciones más graves, ya que las hojas jóvenes son mucho más susceptibles, siendo crítica la actuación en esta época para el control del repilo (Viruega *et al.*, 1999; 2011; Roca *et al.*, 2007). Pero dado que el periodo en el cual pueden ocurrir dichas infecciones es limitado (mes o mes y medio), no es necesario disponer de una gran cantidad de cobre sobre las hojas, especialmente si tenemos en cuenta que la pluviometría suele ser menos abundante en primavera, por lo que la persistencia del cobre adquiere un papel secundario en esta época (Roca *et al.*, 2007).

Además, la estrategia de reducción de cobre en primavera y otoño permitió una disminución del 44% de la cantidad total de cobre aplicado por hectárea y año. También se observó igual eficacia en las mezclas de oxiclورو y kresoxim metil y, en estos casos, la reducción en la cantidad de cobre aplicado por hectárea y año se redujo en un 65% respecto al tratamiento con oxiclورو de cobre a dosis normal (OC2).

El carácter sistémico de las materias evaluadas en este experimento podría ser de gran utilidad especialmente en las aplicaciones de primavera, ya que permitirían erradicar infecciones ya producidas sobre hojas jóvenes en caso de aplicaciones realizadas tras un episodio de lluvia o condiciones favorables para la infección (Viruega *et al.*, 2002; Trapero *et al.*, 2009).

El tratamiento con sulfato tribásico de cobre (ST) mostró menor eficacia que los tratamientos con oxiclورو. No obstante, hay que considerar que, a la dosis recomendada por el fabricante y empleada en este experimento, la cantidad de cobre aplicado es muy inferior a la del tratamiento OC2, aunque dada la baja riqueza en cobre del sulfato tribásico (6%), igualar la cantidad de cobre con la de OC2 resultaría inviable económicamente.

El uso de productos inductores de resistencia o activadores de defensas (AC y OP) no parece haber tenido efecto en el control del repilo, al menos bajo las condiciones de realización del presente experimento. El efecto observado en los tratamientos en que se aplicaron mezclas con cobre podría ser debido únicamente a éste último.

## Se ha podido comprobar que la reducción de la dosis de cobre en los tratamientos de otoño y primavera permite un control satisfactorio del repilo del olivo, dado que el tratamiento de mayor importancia es el aplicado tras la recolección (enero-febrero)

Tampoco productos biológicos o ecológicos, formulados a base de extractos de cítricos, que en condiciones controladas resultaron eficaces (Roca *et al.*, 2010), parecen aportar el grado suficiente de control del repilo en campo, posiblemente debido a una menor resistencia al lavado por lluvia, insolación, etc., característica en la que destacan los productos cúpricos, dado el amplio periodo del año en que es necesario tener protegidas las hojas del olivo para evitar las infecciones del repilo.

## Conclusiones

La reducción de la cantidad de cobre aplicada, hasta 2 kg de cobre por ha y año, permitió un control satisfactorio del repilo cuando se realizaron los tratamientos en tres momentos (octubre, enero-febrero, abril-mayo) siguiendo el modelo epidémico de predicción de riesgos de infección del repilo.

Las mezclas de cobre con productos sistémicos ayudaron a reducir la cantidad de cobre aplicada por hectárea. En estas mezclas, los productos sistémicos potencian la eficacia del cobre, al tener un mayor efecto curativo sobre de las infecciones recientes de primavera, y el cobre previene del desarrollo de resistencia a los productos sistémicos en la población del patógeno.

Los productos biológicos evaluados, aunque son eficaces contra el repilo en condiciones controladas, no permitieron un control adecuado de la enfermedad en campo, posiblemente debido a su escaso efecto residual. ●

## Agradecimientos

Los experimentos incluidos en este artículo han sido realizados en colaboración con la Agrupación Cordobesa de Agricultores (SAT 5185). Especialmente queremos expresar nuestro agradecimiento a su presidente, Alberto Fuertes, por su inestimable ayuda en la aportación de fincas, maquinaria y personal técnico.

## Bibliografía ▼

De Andrés, F. 1991. Enfermedades y plagas del olivo. 2º 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 *Spilocaea oleagina*, agente del repilo. Bol. San. Vegetal-Plagas 26: 349-363.

Moral, J., Ávila, A., López-Doncel, L.M., Alsalmiya, M., Oliveira, R., Gutiérrez, F., Navarro, N., Bouhmidj, K., Benali, A., Roca, L.F., Trapero, A. 2005. Resistencia a los repilos de distintas variedades de olivo. Vida Rural 208: 34-40.

Roca, L.F., Viruega, J.R., López-Doncel, L.M., Moral, J., Trapero, A. 2010. Métodos culturales, químicos y biológicos de control del repilo. Vida Rural 304: 38-42.

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.

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., Roca, L.F., Moral, J., Trapero, A. 2011. Factors affecting infection and disease development on olive leaves inoculated with *Fusicladium oleagineum*. Plant Disease 95: 1139-1146.

Viruega, J.R., Trapero, A. 1999. Epidemiology of leaf spot of olive tree caused by *Spilocaea oleagina* in southern Spain. Acta Hort. 474: 531-534.

Viruega, J.R., Trapero, A., Moreno, S. 2002. Efficacy of Kresoxim-methyl against olive leaf spot caused by *Spilocaea oleagina*. Acta Hort. 586: 801-804.

Zarco, A., Viruega, J.R., Roca, L.F., Trapero, A. 2007. Detección de las infecciones latentes de *Spilocaea oleagina* en hojas de olivo. Bol. San. Veg. Plagas 33: 235-248.