

Influencia del cultivo de *Lupinus luteus* en la podredumbre radical de las encinas en dehesas

M. S. SERRANO, M. E. SÁNCHEZ, P. DE VITA, M. D. CARBONERO, A. TRAPERO, P. FERNÁNDEZ-REBOLLO

Phytophthora cinnamomi es un patógeno que causa podredumbre radical en el arbolado de la dehesa y también en *Lupinus luteus*, cultivo frecuente en dehesas de Andalucía occidental. En suelos infestados artificialmente y sembrados con distintos cultivares de altramuz amarillo se produce un incremento significativo en la densidad de propágulos de *P. cinnamomi* respecto de los niveles iniciales y el testigo, lo que se corresponde con los datos obtenidos en campo. En dehesas que mostraban distintas situaciones en cuanto a defoliación del arbolado y en las que había sembrado altramuz, el aislamiento y conteo de colonias de *P. cinnamomi* a partir de muestras de suelo ha mostrado la capacidad del cultivo herbáceo para mantener o incrementar la densidad de inóculo y así favorecer la infección de encinas. Los resultados obtenidos desaconsejan el cultivo de esta leguminosa en dehesas con presencia del patógeno en el suelo, tanto si el arbolado sufre la enfermedad radical o no.

M. S. SERRANO, M. D. CARBONERO, P. FERNÁNDEZ-REBOLLO. Departamento de Ingeniería Forestal, Universidad de Córdoba.

M. E. SÁNCHEZ, P. DE VITA, A. TRAPERO. Departamento de Agronomía, Patología Agroforestal, Universidad de Córdoba. aglsahem@uco.es

Palabras clave: Decaimiento, *Phytophthora cinnamomi*, *Quercus ilex*, tremosilla.

INTRODUCCIÓN

Desde hace unos 15 años se viene observando un severo decaimiento del arbolado en las dehesas del sur de España y Portugal, originándose una elevada mortalidad de encinas y alcornoques (NAVARRO *et al.*, 2004; SÁNCHEZ *et al.*, 2006), debido fundamentalmente a la podredumbre radical causada por el oomiceto *Phytophthora cinnamomi* (BRASIER 1996; GALLEGO *et al.*, 1999; SÁNCHEZ *et al.*, 2000, 2006; JIMÉNEZ *et al.*, 2008). Este es un patógeno difícil de controlar (ERWIN y RIBEIRO, 1996) debido, entre otras cosas, a su amplio rango de huéspedes, la mayoría especies leñosas, aunque también infecta algunas herbáceas del género *Lupinus* spp.

(KIRBY y GRAND, 1975; ERWIN y RIBEIRO, 1996; SERRANO *et al.*, 2009).

En las dehesas del sur peninsular es una práctica tradicional la siembra de tremosilla (MAPA, 2006) o altramuz amarillo (*Lupinus luteus*). Se utiliza fundamentalmente para la alimentación del ganado, aunque también como cultivo mejorante del cereal (Figura 1) y los pastos, para controlar la invasión de matorrales y como abono verde en las repoblaciones forestales (CERA, 1986).

En ensayos en condiciones controladas se ha demostrado que *L. luteus* es susceptible a *P. cinnamomi*, provocando amarillez, flacidez y marchitez en la parte aérea, así como podredumbre de las raicillas y muerte de la planta (SERRANO *et al.*, 2009). Estos mismos



Figura 1. Dehesa de la provincia de Huelva con cultivo de tremsilla - cereal y con el arbolado afectado de podredumbre radical.

síntomas se han observado también en campo: en dehesas con el arbolado afectado por decaimiento (JIMÉNEZ *et al.*, 2008) aparecen rodales de tremosilla con síntomas de enfermedad (Figura 1). También en oquedales formados por la muerte del arbolado debido a la podredumbre radical y que se sembraron con tremosilla. En ambas situaciones se ha aislado a *P. cinnamomi* a partir de raíces podridas de altramuз (SERRANO *et al.*, 2009). Sin embargo, aún no se conoce el efecto que la infección de *L. luteus* puede tener sobre las poblaciones de *P. cinnamomi* en el suelo y en la disponibilidad de inóculo para la infección del arbolado. Por este motivo, el objetivo de este trabajo ha sido evaluar la influencia del cultivo de la tremosilla en la densidad de inóculo de *P. cinnamomi* en el suelo en condiciones controladas y en campo. Se discute además cómo estas variaciones en densidad de inóculo pueden afectar a la incidencia de la enfermedad radical de los *Quercus* en las dehesas.

MATERIAL Y MÉTODOS

Evaluación de la densidad de inóculo en condiciones controladas:

Se ha evaluado el efecto de cuatro cultivares de *L. luteus* (Juno, Cardiga, Nacional y Paris) sobre la densidad de inóculo de *P. cinnamomi* en el suelo. Para ello se realizaron

ensayos en condiciones controladas, en cámara de cultivo, usando material vegetal procedente de semillas suministradas por la empresa Fertiprado. Las semillas se desinfectaron superficialmente y se prepararon siguiendo la metodología descrita en CAETANO (2007) y al cabo de 5 días, tras la emergencia de la radícula, las semillas pregerminadas se sembraron en bandejas de plástico con vermiculita húmeda, manteniendo una temperatura de 22° C y una humedad del 100 % durante 7 días adicionales.

Una vez pasado este tiempo, las plantas obtenidas de cada cultivar fueron trasplantadas a bandejas de plástico con 8 Kg de sustrato turba: arena (proporción 2:1) infestado con una suspensión acuosa de clamidosporas de *P. cinnamomi* a una concentración de $1,5-2,0 \times 10^3$ clamidosporas/ml. Para infestar el sustrato se usó el aislado PE90 procedente de la micoteca del Departamento de Agronomía (Grupo de Patología Forestal) de la Universidad de Córdoba, siguiendo la técnica descrita por SÁNCHEZ *et al.* (2000).

Para cada cultivar se prepararon tres bandejas (repeticiones) con 30-40 plantas cada una más los testigos, que consistieron en bandejas con sustrato infestado en las que no se sembró altramuз. Durante el ensayo las bandejas se mantuvieron en cámara de cultivo con un período luz/ oscuridad de 12 h, con una temperatura diurna de 24 ± 2 ° C y



Figura 2. a) Toma de muestras de suelo del cultivar Paris una semana después del trasplante. b) Toma de muestras de suelo y evaluación de la supervivencia del cultivar Paris al final del ensayo.

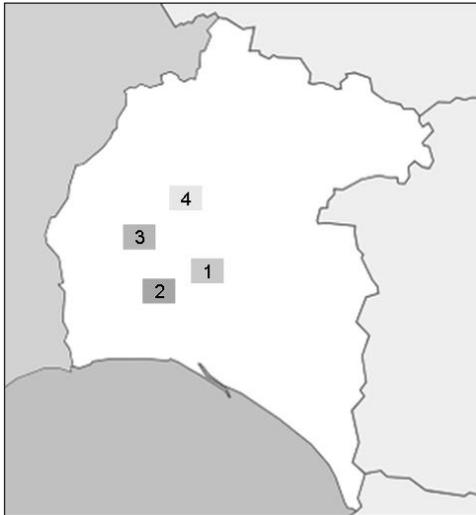


Figura 3. Localización en la provincia de Huelva de las fincas donde se ha llevado a cabo el muestreo en campo.



Figura 4. Subparcela número 1, situada a 1 m del centro del foco de la enfermedad en la finca 3.

nocturna de $18 \pm 2^\circ \text{C}$, manteniendo el sustrato húmedo mediante riegos repetidos.

Semanalmente se tomaron muestras de suelo (Figura 2a). Se extrajeron columnas de suelo utilizando un tubo estéril de 2,5 cm de diámetro. El suelo se secó al aire y se tamizó (2 mm de tamaño de poro). Posteriormente las muestras se procesaron mediante extensión de suspensiones de suelo en placas de Petri con el medio selectivo para *Phytophthora* NARPH (JIMÉNEZ *et al.*, 2008). Las colonias obtenidas se identificaron mediante su observación al microscopio invertido y se contabilizaron.

El ensayo se prolongó durante 4 semanas, momento en el cual se evaluó el porcentaje de mortalidad de las plantas de *L. luteus* (Figura 2b). Además, se tomaron muestras de raíces podridas de cada bandeja y se sembraron en el medio NARPH para el reaislamiento del patógeno.

Evaluación de la densidad de inóculo en condiciones de campo:

Se seleccionaron cuatro fincas en la provincia de Huelva donde se había sembrado tre-

mosilla en 2006-2007 y en las que, además de aparecer focos de altramuces sintomáticos, el arbolado presentaba decaimiento debido a la podredumbre radical causada por *P. cinnamomi* (Figura 3). Cada finca presentaba un estado de defoliación del arbolado diferente. Para definirlo se evaluaron los árboles existentes alrededor del foco de altramuces enfermos siguiendo una escala de 0 a 5, en la que el valor 0 supone un porcentaje de defoliación de 0 al 10%, 1 del 11-25 %, 2 del 26-50 %, 3 del 51-75 %, 4 > 76 % y 5 árbol muerto (SÁNCHEZ *et al.*, 2003). Se escogieron fincas con un grado de defoliación diferente, intentando cubrir toda la escala descrita.

En cada una de las fincas se localizó un foco de altramuces sintomáticos, donde se delimitó una parcela de $10 \times 10 \text{ m}^2$ y en su diagonal se marcaron subparcelas de 1 m^2 (Figura 4). Las subparcelas se numeraron de 1 a 10, según la distancia al centro del foco de la enfermedad y se marcaron con estacas de madera y cinta de obra para posteriores muestreos. En cada una de estas subparcelas se tomaron las diferentes muestras de suelo y vegetación.

Se llevaron a cabo dos muestreos diferentes, uno en primavera, al comienzo de la floración del altramuz, en el que se evaluó la severidad de síntomas aéreos y se tomaron muestras de raíz de los altramuces (SERRANO *et al.*, 2009) y muestras de suelo. El segundo muestreo se realizó en verano, y solamente se tomaron muestras de suelo, ya que la vegetación ya había sido agostada.

Estas muestras de suelo se procesaron siguiendo el mismo procedimiento empleado en condiciones controladas, identificando y contabilizando las colonias de *P. cinnamomi* obtenidas.

Análisis estadísticos:

Los datos correspondientes a la densidad de inóculo en condiciones controladas y también en condiciones de campo, se analizaron mediante un ANOVA. Para ello, a los datos de número de colonias de *P. cinnamomi* obtenidas en condiciones controladas se les aplicó la transformación $(ufc/g + 0,5)^{1/2}$ (STEEL y TORRIE, 1985), siendo ufc/g la densidad de inóculo expresada como el número de unidades formadoras de colonia por gramo de suelo seco. A los valores de densidad de inóculo obtenidos en condiciones de campo, más bajos, se les aplicó la transformación $(ufc/g)^{1/2}$ (STEEL y TORRIE, 1985). En ambos casos, para la comparación de valores medios se utilizó el test protegido de Fisher a un nivel de probabilidad del 0,05 (STEEL y TORRIE, 1985). Los datos fueron analizados con el programa Statistix (Analytical Software, Tallase, USA).

RESULTADOS

Densidad de inóculo en condiciones controladas:

La densidad media de inóculo en suelo (ufc/g) obtenida para cada cultivar y testigo, se representa en la Figura 5. En la primera toma de muestras (semana 0), el análisis de varianza y comparación de valores medios indica que no hay diferencias significativas en la densidad de inóculo entre las distintas bandejas, sembradas con altramuz o testigos.

Sin embargo, a lo largo de los muestreos realizados se observa un incremento en la densidad de inóculo en las bandejas de los diferentes cultivares, que no ocurre en las bandejas testigo. Este incremento se hace estadísticamente significativo para los cuatro cultivares ensayados al cabo de 4 semanas, como mostró el análisis de varianza. También se observaron diferencias significativas para el cultivar Juno, que da lugar a un incremento en densidad de inóculo menor que los otros tres cultivares, si bien el incremento es significativo con respecto al testigo (Figura 5).

Con respecto al porcentaje de mortalidad de plantas evaluado al finalizar el ensayo (Figura 2b), no se observaron diferencias significativas entre los distintos cultivares (Figura 6). *Phytophthora cinnamomi* se aisló a partir de las raíces podridas en todas las bandejas de todos los cultivares ensayados.

Densidad de inóculo en condiciones de campo:

El grado de defoliación del arbolado alrededor de cada uno de los focos de enfermedad en altramuz, obtenidos en la evaluación inicial, aparece en el Cuadro 1. La finca 1 es una repoblación joven de *Quercus* en la que no se apreciaban síntomas de la enfermedad en el arbolado, las dehesas 2 y 3 presentaban una situación de presencia de la enfermedad radical en el arbolado pero aún no muy desarrollada, mientras que en la finca 4 la severidad de síntomas era mucho mayor, con el arbolado muy afectado. En esta última finca se han llevado a cabo al menos dos repoblaciones con encinas jóvenes de vivero, pero en todos los casos las marras alcanzaron el 100% a los 3 años de la plantación. En las tres últimas fincas se obtuvo aislamiento positivo de *P. cinnamomi* en trabajos anteriores a partir de raicillas o rizosfera de encinas (JIMÉNEZ *et al.*, 2008).

La densidad de inóculo en el suelo registrada a lo largo de los dos muestreos se presenta en el Cuadro 2. En primavera, dos de las fincas (dehesas 3 y 4) mostraron unos niveles de inóculo en suelo de 17,4 y 19,3 (ufc/g), mientras que en la dehesa 2 la densidad fue de 6,6

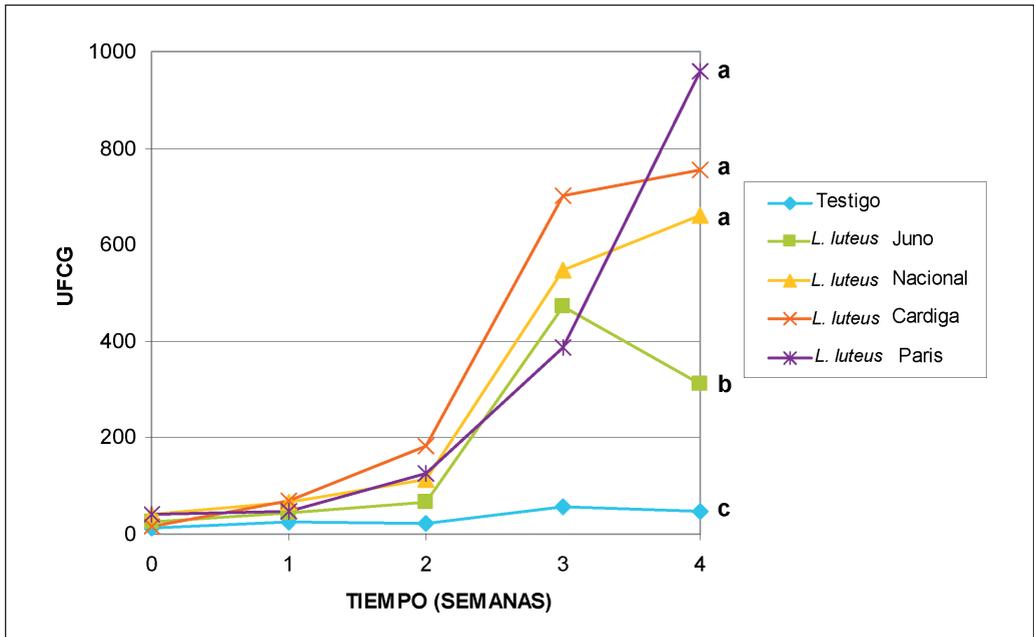


Figura 5. Evolución en el tiempo de la densidad de inóculo en el suelo en presencia de distintos cultivares de *L. luteus*. Para los datos correspondientes a la cuarta semana, letras distintas indican diferencias significativas para $P < 0,05$ según el test protegido de Fisher realizado sobre los valores transformados $(ufc/g+0,5)^{1/2}$.

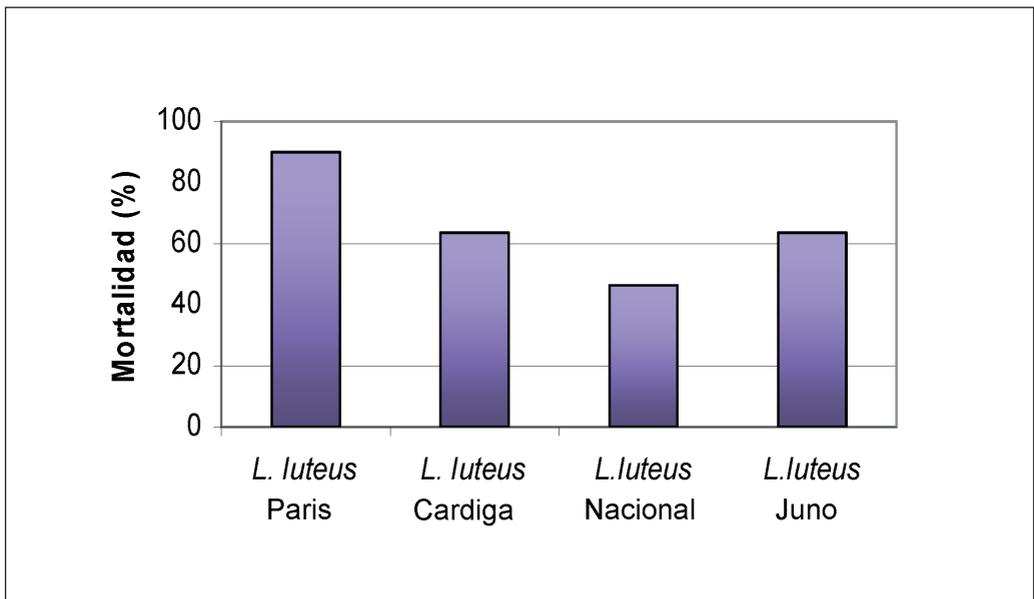


Figura 6. Porcentaje medio de mortalidad para los distintos cultivares de *L. luteus* al final del ensayo. El análisis estadístico mostró la ausencia de diferencias significativas entre ellos.

Cuadro 1. Valores medios del grado de defoliación de las encinas (0-5) en cada una de las parcelas

Fincas	Grado de defoliación
1	0,0
2	1,5
3	2,0
4	4,0

Cuadro 2. Valores medios de densidad de inóculo de *P. cinnamomi* en el suelo de las distintas fincas. Para cada fila (primavera-verano), letras distintas indican diferencias significativas para $P < 0,05$ según el test protegido de Fisher sobre valores transformados (ufc/g)^{1/2}

Fincas	Densidad de inóculo en suelo (ufc/g)	
	Primavera	Verano
1	0,3 a	13,3 b
2	6,6 a	10,8 a
3	17,4 a	1,9 b
4	19,3 a	9,5 a

y en la número 1 de solamente 0,3 (ufc/g). La densidad de inóculo en las dos primeras fincas es estadísticamente mayor que en la finca 1, en buena correspondencia con el grado de defoliación de los árboles en las diferentes dehesas. La comparación de valores medios de densidad de inóculo para cada finca entre primavera y verano se muestra en el Cuadro 2. En las fincas 1 y 2 hay un incremento de densidad que sólo es significativo en la primera de ellas. En la dehesa 1, a partir de niveles de inóculo muy bajos en primavera (0,3 ufc/g) se alcanzan los niveles habituales en suelos con árboles infectados (13,3 ufc/g). Las fincas 3 y 4 presentan una disminución en la densidad de inóculo que sólo es estadísticamente significativa en la 3, finca que fue fertilizada con purín antes del muestreo de verano. La comparación de valores medios de densidad de inóculo en verano entre las distintas fincas no mostró diferencias significativas.

DISCUSIÓN

En condiciones controladas, todos los cultivares de *L. luteus* aumentan la densidad de

inóculo en el suelo, aunque 'Juno' algo menos que los demás. La enfermedad es similar en todos los cultivares y no hay diferencias significativas en los porcentajes de mortalidad, como ya se demostró en trabajos anteriores (SERRANO *et al.*, 2009).

En campo, se pasa de valores distintos en densidad de inóculo entre fincas, en correspondencia con la defoliación del arbolado, a valores similares y habituales cuando los árboles sufren la enfermedad radical, situados entre 30 y 130 ufc/g (RODRÍGUEZ *et al.*, 2004), valores incluso superiores a los de cualquier otro patógeno de suelo no pitáico. JIMÉNEZ *et al.*, (2008) sitúan la densidad de inóculo de *P. cinnamomi* en dehesas de encina que sufren la enfermedad radical en valores más bajos, con una media de 38 ± 27 propágulos por g de suelo seco. Por lo tanto, la presencia de *L. luteus* en la dehesa tiene una gran influencia en la multiplicación del inóculo, aumentando la presión de la enfermedad radical sobre su huésped leñoso. Esta situación ocurre también con el patógeno de suelo *Verticillium dahliae*, que presenta una amplia gama de huéspedes leñosos, entre ellos el olivo, y herbáceos (solanáceas, cucurbitáceas, malváceas, rosáceas, ornamentales y malas hierbas) (DE ANDRÉS, 1991; SMITH *et al.* 1992; BLANCO-LÓPEZ *et al.* 1994; TRAPERO y BLANCO 2004). La infección de estos huéspedes herbáceos sirve para la multiplicación y dispersión del patógeno, por lo que en los olivares no se deben poner estos cultivos entre las hileras de árboles, además de observar un buen control de malas hierbas (BLANCO-LÓPEZ *et al.*, 1994; TRAPERO y BLANCO, 2004). En otros sistemas agrícolas, las malas hierbas que crecen entre hileras o en los márgenes de los cultivos, pueden también actuar como huéspedes alternativos. Este es el caso de *Phytophthora capsici*, que sobrevive infectando malas hierbas en los períodos en los que no hay huéspedes del patógeno (hortalizas) o cuando las oosporas no están presentes (FRENCH-MONAR *et al.*, 2006). En Portugal se han encontrado especies de sotobosque de las familias Ericaceae, Cistaceae y Legumino-

sae infectadas por *P. cinnamomi*, con síntomas de la enfermedad e incluso muertas (MOREIRA y MARTINS, 2005). Estas especies, al igual que *L. luteus*, pueden incrementar la producción y supervivencia del inóculo al actuar como reservorios de *P. cinnamomi* (MOREIRA y MARTINS, 2005). Por el contrario, para *Phytophthora ramorum*, agente causal de la muerte súbita de los robles en Norteamérica (RIZZO *et al.*, 2002) aunque se conocen huéspedes herbáceos, como *Trientales latifolia* y *Maianthemum racemosum*, es probable que estos desempeñen un papel poco importante en la propagación natural de la enfermedad en sus huéspedes leñosos (*Camellia* spp., *Viburnum* spp., *Rhododendron* spp., *Quercus robur*) (HÜBERLI *et al.*, 2003; 2005; PINTOS *et al.*, 2004a; 2004b).

No parece que otros cultivos habituales de la dehesa muestren síntomas de podredumbres radicales asociadas a *P. cinnamomi*, pero podrían ser huéspedes asintomáticos que multipliquen el inóculo y/o ayuden a su dispersión. Esta situación ya se ha descrito para el trigo y la cebada como portadores asintomáticos de *V. dahliae* (SMITH *et al.*, 1992).

Según JAYASEKERA *et al.* (2006), en raíces de *Lupinus angustifolius*, *P. cinnamomi* se comporta como pseudohomotálica, produciendo oosporas bajo la influencia de los exudados radicales de distintas variedades de *Acacia pulchella* (fagácea endémica de los bosques de eucaliptos del oeste de Australia, resistente a *P. cinnamomi* (JAYASEKERA *et al.*, 2006)). Hasta el momento, en las dehesas andaluzas no se ha descrito la existencia de reproducción sexual en *P. cinnamomi*. No obstante, es necesaria la investigación de la posible presencia de oosporas en las raíces de *L. luteus* infectadas, ya que estas esporas juegan un papel muy importante en la variabilidad y supervivencia del patógeno.

Los árboles de la finca 1 permanecían aún asintomáticos en verano, pero, a raíz de los resultados obtenidos, se puede afirmar que se encuentran en serio peligro de infección radical dado los elevados valores que ha alcanzado la densidad del patógeno en el suelo. Sería de gran interés realizar un segui-

miento del arbolado de esta finca y más teniendo en cuenta que el otoño-invierno de 2008 ha sido muy lluvioso, favoreciendo el encharcamiento del suelo y facilitando la dispersión e infección de las raíces de las encinas por parte de *P. cinnamomi*. (STERN *et al.*, 1977).

Cabe destacar la disminución en la densidad de inóculo en el suelo que se ha observado en la dehesa 3, a pesar del cultivo de la tremosilla y de partir de niveles elevados en primavera. Esta finca es una explotación ganadera grande con una elevada densidad de ganado porcino, en la que se fertiliza el suelo con purines con bastante frecuencia y esta puede haber sido la causa de la reducción de la densidad de inóculo. Por este motivo, en la búsqueda de métodos de control preventivo contra la podredumbre radical causada por *P. cinnamomi* en las dehesas andaluzas, se hace necesario investigar la aplicación de estiércoles al suelo como posible herramienta de control biológico del patógeno.

Los resultados obtenidos sugieren que se debe replantear la siembra del altramuz amarillo tanto en las dehesas afectadas por la podredumbre radical de los *Quercus*, donde mantiene los elevados niveles de densidad de inóculo registrados, como en las no afectadas por la podredumbre radical, donde el cultivo de *L. luteus* puede facilitar la multiplicación de los bajos niveles de inóculo disponible para la infección del arbolado. Por lo tanto, el cultivo de altramuz amarillo puede suponer una seria amenaza para la ya comprometida supervivencia del arbolado de la dehesa.

AGRADECIMIENTOS

Los autores quieren agradecer a los técnicos de la Oficina Comarcal Agraria de Huelva la ayuda prestada en la localización de las fincas, así como la ayuda prestada por R Pérez-Blanco y MA Romero, becarios del Departamento de Agronomía de la Universidad de Córdoba. Este trabajo ha sido financiado por un convenio suscrito entre la Universidad de Córdoba y la Consejería de Agricultura de la Junta de Andalucía.

ABSTRACT

SERRANO, M. S., M. E. SÁNCHEZ, P. DE VITA, M. D. CARBONERO, A. TRAPERO, P. FERNÁNDEZ-REBOLLO. 2009. Influence of *Lupinus luteus* crops on the root rot affecting holm oak in dehesas. *Bol. San. Veg. Plagas*, **35**: 481-490.

Phytophthora cinnamomi is the causal agent of root rot affecting tree species in dehesa systems. This pathogen also affects *Lupinus luteus*, an herbaceous crop common in western Andalusia. In artificially infested soils planted with different cultivars of yellow lupine, a significant increase in the density of propagules of *P. cinnamomi* was detected, both in comparison with initial densities and control levels, in good agreement with data obtained in the field. In dehesas showing different situations in terms of tree defoliation and in which lupine was sown, isolation and counting of *P. cinnamomi* colonies from soil samples has shown the ability of this herbaceous crop to maintain or increase the inoculum density, favouring oak infections. The results obtained discourage the cultivation of this legume in dehesas with presence of the pathogen in the soil, whether the trees are suffering root disease or not.

Key words: Decline, *Phytophthora cinnamomi*, *Quercus ilex*, Yellow Lupin.

REFERENCIAS

- BLANCO- LÓPEZ, M.A., RODRÍGUEZ JURADO, D., JIMÉNEZ DÍAZ, R.M. 1994. La verticilosis del olivo. *Agricultura*, **746**: 777-780.
- BRASIER, C.M. 1996. *Phytophthora cinnamomi* and oak decline in southern Europe. Environmental constraints including climate change. *Ann. Sci. For.*, **53**, 347-358.
- CAETANO, P.C.L. 2007. Envolvimento de *Phytophthora cinnamomi* no declínio de *Quercus süber* e *Q. rotundifolia*: estudo da influência de factores bióticos e abióticos na progressão da doença. Possibilidades de controlo químico do declínio. Tesis Doctoral. Faculdade de Engenharia de Recursos Naturais, Universidade do Algarve. Faro, Portugal.
- CERA CORZA, F. 1986. El altramuz amarillo ("tramusilla") su cultivo y aprovechamiento en el Andévalo onubense. Monografías nº 3. Dirección General de Investigación y Extensión Agraria. Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía
- DE ANDRÉS, F. 1991. Enfermedades y plagas del olivo. 2ª ed. Riquelme y Vargas Ediciones, Jaén, 646 pp.
- ERWIN, D.C., RIBEIRO, O.K. 1996. *Phytophthora* diseases worldwide. APS Press, St. Paul, MN.
- FRENCH-MONAR, R.D., JONES, J.B., ROBERTS, P.D. 2006. Characterization of *Phytophthora capsici* Associated with Roots of Weeds on Florida Vegetable Farms. *Plant Dis.*, **90**: 345-350
- GALLEGO, F.J., DE ALGABA, A.P., FERNÁNDEZ-ESCOBAR, R. 1999. Etiology of oak decline in Spain. *Eur. J. For. Path.*, **29**, 17-27.
- HÜBERLI, D., VAN SANT-GLASS, W., TSE, J.G., GARBELOTTO, M. 2003. First report of foliar infection of starflower by *Phytophthora ramorum*. *Plant Dis.*, **87**: 599.
- HÜBERLI, D., IVORS, K.L., SMITH, A., TSE, J.G., GARBELOTTO, M. 2005. First report of foliar infection of *Maianthemum racemosum* by *Phytophthora ramorum*. *Plant Dis.*, **89**: 204.
- JAYASEKERA, A.U., MCCOMB, J.A., SHEARER, B.L., HARDY, G.E. ST. J. 2006. In planta selfing and oospore production of *Phytophthora cinnamomi* in presence of *Acacia pulchella*. *Mycol Res.*, **111**: 355-362.
- JIMÉNEZ, J.J., SERRANO, M.S., VICENTE, M., FERNÁNDEZ, P., TRAPERO, A., SÁNCHEZ M.E. 2008. Nuevas especies de *Pythium* que causan podredumbre radical de *Quercus* en España y Portugal. *Bol. San. Veg. Plagas*, **34**: 549-562.
- KIRBY, H.W., GRAND, L.F. 1975. Susceptibility of *Pinus strobus* and *Lupinus* spp. to *Phytophthora cinnamomi*. *Phytopathology*, **65**: 693-695.
- MAPA, 2006. Estadísticas agrarias, <http://www.mapya.es>
- MOREIRA, A.C., MARTINS, J.M.S. 2005. Influence of site factors on the impact of *Phytophthora cinnamomi* in cork oak stands in Portugal. *For Path*, **35**: 145-162.
- NAVARRO, R.M., FERNÁNDEZ REBOLLO, P., TRAPERO, A., CAETANO, P., ROMERO, M.A., SÁNCHEZ, M.E., FERNÁNDEZ, A., SÁNCHEZ, I., LÓPEZ, G. 2004. Los procesos de decaimiento de encinas y alcornoques. Dirección Gral. de Gestión del Medio Natural. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía. Sevilla.
- PINTOS, C., MANSILLA, J.P., AGUÍN, O. 2004a. Detección de *Phytophthora ramorum* en viveros ornamentales de Galicia. XII Congreso de la SEF. Lloret de Mar (Girona).
- PINTOS, C., MANSILLA, J.P., AGUÍN, O. 2004b. *Phytophthora ramorum* nuevo patógeno en España sobre *Camellia japonica* y *Viburnum tinus*. *Bol. San. Veg. Plagas*, **30**: 97-111.
- RIZZO, D.M., GARBELOTTO, M. DAVIDSON, J., SLAUGHTER, G.W., KOIKE, S.T. 2002. *Phytophthora ramorum* and sudden oak death in California: I host relationships. *USDA Forest Service Gen*, pp. 733-740.
- RODRÍGUEZ, M., SÁNCHEZ, M.E., TRAPERO, A. 2004. Desarrollo de un método eficaz para la cuantifica-

- ción de *Phytophthora cinnamomi* en muestras de suelo. XII Congreso Nacional de la Sociedad Española de Fitopatología. Lloret de Mar, España.
- SÁNCHEZ, M.E., CAETANO, P., FERRAZ, J., TRAPERO, A. 2000. El decaimiento y muerte de encinas en tres dehesas de la provincia de Huelva. *Bol. San. Veg. Plagas*, **26**: 447-464.
- SÁNCHEZ, M.E., SÁNCHEZ, J.E., NAVARRO, R.M., FERNÁNDEZ, P., TRAPERO, A. 2003. Incidencia de la podredumbre radical causada por *Phytophthora cinnamomi* en masas de *Quercus* en Andalucía. *Bol. San. Veg. Plagas*, **29**: 87-108.
- SÁNCHEZ, M.E., CAETANO, P., ROMERO, M.A., NAVARRO, R.M., TRAPERO, A. 2006. *Phytophthora* root rot as the main factor of oak decline in southern Spain. En: Progress in Research on Phytophthora Diseases of Forest Trees. Proceedings of the Third International IUFRO Working Party S07.02.09. Meeting at Freising, Germany 11-18 September 2004. Brasier C, Jung T, Oßwald W (Eds). Forest Research, Farnham, UK. pp. 149-154.
- SERRANO, M.S., FERNÁNDEZ – REBOLLO, P., CARBONERO, M.D., TRAPERO, A. Y SÁNCHEZ, M.E. 2009. La tremosilla (*Lupinus luteus*): nuevo huésped de *Phytophthora cinnamomi* en dehesas de Andalucía occidental. *Bol. San. Veg. Plagas*, **35**: 75-87
- SMITH, I.M., DUNEZ, J., LELLIOTT, R.A., PHILLIPS, D.H., ARCHER, S.A. (eds).1992. Manual de enfermedades de las plantas. Mundi – Prensa. Madrid.
- STEEL, R.G.D., TORRIE, J.H. 1985. Bioestadística: Principios y procedimientos. McGraw-Hill, Bogotá.
- STERN, R.E., ZENTMYER, G.A., KAUFMANN, M.R. 1977. Effect to matric potential, soil texture, and soil amendment on root disease caused by *Phytophthora cinnamomi*. *Phytopathology*, **67**: 1945-1500.
- TRAPERO, A., BLANCO, M.A. 2004. Enfermedades. En: El cultivo del olivo. Mundi-Prensa. Edición; 5ª revisada y ampliada. Madrid. pp. 557-614.

(Recepción: 12 marzo 2009)

(Aceptación: 16 junio 2009)