

# BOLETÍN DE SANIDAD VEGETAL

VOLUMEN 37 - NÚMERO 1 - 2011

# PLAGAS



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE MEDIO AMBIENTE  
Y MEDIO RURAL Y MARINO

## BOLETÍN PLAGAS

Este Boletín publica bajo la forma de artículos los resultados de investigación científica o aplicada en los campos de la sanidad vegetal y ciencias afines. Los trabajos no podrán presentarse al mismo tiempo para su publicación en otra revista, sin autorización del Consejo de Redacción. Esta autorización comportará la obligación de mencionar el origen del artículo y nombre del autor. Los trabajos publicados en el Boletín reflejan únicamente los criterios de sus autores.

La revisión de los trabajos presentados para su posible publicación se llevará a cabo por un componente del Consejo de Redacción y un experto en el tema, que dicho Consejo elija.

## SUSCRIPCIONES

La suscripción semestral deberá solicitarse a:

Centro de Publicaciones del MARM  
Paseo Infanta Isabel, 1  
28014 MADRID (España)  
Fax: 91 347 57 22  
e-mail: mcrzupf@marm.es

Precio de la suscripción anual IVA incluido:  
España ..... 30,00 €  
Extranjero ..... 45,00 €  
Número suelto ..... 17,00 €

Números sueltos y números anteriores se solicitarán en la misma dirección postal, fax o en las siguientes direcciones electrónicas:

centropublicaciones@marm.es  
aduranco@marm.es

El pago se efectuará mediante:

- talón nominativo cruzado a: SGT -Publicaciones- MARM.
- Transferencia o giro postal en c/c: 0182 2370 45 0201505722

## INTERCAMBIOS

Este Boletín puede ser objeto de intercambio con otras publicaciones cuya temática sea afín. Para establecer dicho intercambio, las instituciones deberán dirigirse a la redacción del mismo.



Macho de *M. galloprovincialis*

## NUESTRA PORTADA INSTRUCCIONES A LOS AUTORES

**Texto:** Los manuscritos deben ser redactados de manera concisa y dactilografiada de forma clara, con amplios márgenes, párrafos separados y a doble espacio, incluidos el resumen, leyendas a las figuras y cuadros, referencias y notas al pie. De forma general se tendrá en cuenta el esquema usual de presentación: Introducción. Material y métodos. Resultados. Discusión. Resumen en español e inglés y, en su caso, en el idioma del texto. Referencias. El título deberá estar seguido por el nombre del autor o autores, la afiliación institucional, la dirección postal completa y la dirección de correo electrónico cuando proceda, indicando a la redacción cuál es la persona de contacto. Los resúmenes en español deberán estar seguidos de listado de palabras clave. El resumen en los idiomas distintos al del texto, o "abstract", deberá ir precedido de la referencia bibliográfica correspondiente. Los nombres latinos deberán subrayarse o dactilografiarse en tipo de letra diferente al del texto.

Para autores extranjeros que así lo deseen, podrá publicarse su trabajo en el idioma original, incorporando un resumen en español e inglés.

Los autores pueden presentar sus trabajos por correo postal en soporte magnético acompañado de una copia en papel o de forma electrónica al e-mail del editor. Los trabajos se procesarán vía electrónica (evaluación) y si procede su aceptación, una vez efectuadas las oportunas correcciones, se presentará el definitivo en soporte magnético o por correo electrónico. En el caso de que un mismo autor envíe más de un manuscrito, cada trabajo se remitirá en un disco distinto. Deberán tener la siguiente extensión máxima, incluidos figuras y cuadros según se trate de:

**Artículo:** 16 páginas.

**Comunicación:** 1.000 palabras, que pueden incluir figuras y cuadros.

**Nota:** 500 palabras que, excepcionalmente podrá incluir alguna figura.

**Figuras y tablas:** Los dibujos deben ser los originales y dispuestos para la impresión, con leyendas claras y rótulos de no menos de 2 milímetros de altura para que admitan una posible reducción a ancho de caja o ancho de columna. Las tablas y gráficos se presentarán en formato editable.

Se recomienda la aportación de fotografías en color, se presentarán a tamaño de edición con una resolución mínima de 300 ppp (puntos por pulgada).

Los pies de las figuras deben presentarse en hoja aparte, numeradas, entendiéndose como tales gráficos, figuras y fotografías. Las tablas deberán numerarse y con su número se referirán en el texto, para independizarlos del mismo. Tanto las figuras como las tablas deben situarse, aproximadamente, mediante indicaciones en los márgenes del manuscrito.

**Referencias:** Las referencias bibliográficas aparecerán en el texto mediante el nombre del autor, en mayúsculas, seguido del año, de la forma siguiente:

GARCÍA-JIMÉNEZ, J., VELÁZQUEZ, M. T., ALFARO, A. 1989. Secuencia de síntomas en el colapso del melón. *Bol. San. Veg. Plagas*, 15 (4): 333-342.

En las referencias de recursos electrónicos se pondrá la fecha de consulta.

Para remisión de artículos y demás información dirigirse a la Redacción del Boletín:

Subdirección General de Cultivos Herbáceos e Industriales.

Redactor-Jefe de la Revista de Sanidad Vegetal-Plagas  
Alfonso XI, 62

28014 MADRID (España)

Correo electrónico: publicacionesplagas@marm.es

**VOLUMEN 37**  
**Adenda al núm. 1**  
**2011**

DIRECTORA

Margarita Arboix

DIRECTORA ADJUNTA

Susana Humanes

REDACTOR JEFE

José M.ª Cobos

CONSEJO DE REDACCIÓN

Jesús Avilla

Antonio Bello

Tomás Cabello

Mariano Cambra

Pedro del Estal

José García-Jiménez

Alfredo Lacasa

M.ª Milagros López

Alfonso Navas

Cándido Santiago

Julio C. Tello

Juan J. Tuset

Carlos Zaragoza

EDITOR

Ministerio de Medio Ambiente  
y Medio Rural y Marino

Secretaría General Técnica  
Centro de Publicaciones

ISSN: 0213-691-0

NIPO: 770-11-017-1

Depósito Legal: M-2975-1976

Imprime: VA Impresores, SA

# SUMARIO

## ENTOMOLOGÍA

- A. BELTRÀ, A. SOTO. Primera cita del parasitoide *Thripobius semiluteus* Bouček (Hymenoptera: Eulophidae) en España ..... 3
- A. JIMÉNEZ, C. A. ANTONIETTY, A. GALLARDO, F. J. SORIA, M. VILLAGRÁN, M. E. OCETE. Efectividad de varias cepas comerciales de nematodos entomopatógenos sobre larvas de *Curculio elephas* Gyllenhal (Coleoptera: Curculionidae) ..... 9
- F. G. DE JESÚS, M. L. DOS SANTOS, A. F. C. M. ALMEIDA, M. V. SANTANA, L. NOGUEIRA, M. S. ARAÚJO. Uso de óleos vegetais no controle de *Zabrotes subfasciatus* (Bohemann, 1833) (Coleoptera: Bruchidae) ..... 19
- E. L. L. BALDIN, E. C. SCHLICK-SOUZA, R. T. FUJIHARA, A. L. LOURENÇÃO, G. GONZÁLEZ F. COMUNICACIÓN. Ocorrência de *Delphastus davidsoni* (Coleoptera: Coccinellidae) predando *Bemisia tabaci* biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae) em cultivo protegido no Brasil ..... 27
- N. PÉREZ HIDALGO, S. PÉRERA GONZÁLEZ, A. CARNERO HERNÁNDEZ. Descubierta el pulgón de la cebolla, *Neotoxoptera formosana* (Takahashi) [Hemiptera: Aphididae], en cultivos de cebolla de las Islas Canarias (España) ..... 31
- R. PÉREZ-ÓTERO, P. BORRAJO, J. P. MANSILLA, F. RUIZ. COMUNICACIÓN. Primera cita en España de *Psyllaephagus bliteus* Riek (Hymenoptera, Encyrtidae), parasitoide de *Glycaspis brimblecombei* Moore (Homoptera, Psyllidae) ..... 37
- C. K. L. SOUZA, A. B. SILVA, E. B. BISERRA, J. P. DANTAS. Controle de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) e *Helicoverpa zea* (Boddie, 1850) em plantas de milho tratadas com extratos vegetais em dois intervalos de pulverização ..... 45
- A. HUERTA, I. CHIFFELLE, K. PUGA, F. AZÚA, R. JIMÉNEZ, J. E. ARAYA. Life cycle of *Xanthogaleruca luteola* (Coleoptera: Chrysomelidae) in Santiago, Chile, and sex fenotype differentiation of adults ..... 57
- E. SOUSA, P. NAVES. COMUNICACIÓN. The western conifer seed bug *Leptoglossus occidentalis* Heidemann, 1910 (Heteroptera: Coreidae) in Portugal ..... 65
- P. GALLARDO, L. MOYANO, A. M. CÁRDENAS. Incidencia de insectos perforadores de bellotas en el área de mejora ambiental asociada a la construcción del embalse La Breña II (Sierra Morena Central, Córdoba) ..... 69
- R. HERNÁNDEZ, A. ORTIZ, V. PÉREZ, J. M. GIL, G. SÁNCHEZ. *Monochamus galloprovincialis* (Olivier, 1795) (Coleoptera: Cerambycidae), comportamiento y distancias de vuelo ..... 79

## **PATOLOGÍA**

M. S. SERRANO, P. DE VITA, M. E. SÁNCHEZ, P. FERNÁNDEZ-REBOLLO. Control de la podredumbre radical de encinas mediante fertilizantes inorgánicos I: influencia de la nutrición cálcica y potásica en la tolerancia a la infección por *Phytophthora cinnamomi* ..... 97

M. S. SERRANO, P. DE VITA, P. FERNÁNDEZ-REBOLLO, M. E. SÁNCHEZ. Control de la podredumbre radical de encinas mediante fertilizantes inorgánicos II: efecto *in vitro* del Ca y el K en la capacidad infectiva de *Phytophthora cinnamomi* ..... 109

M. S. SERRANO, P. DE VITA, P. FERNÁNDEZ-REBOLLO, M. E. SÁNCHEZ. Control de la podredumbre radical de encinas mediante fertilizantes inorgánicos III: efecto de la aplicación al suelo de fertilizantes cálcicos y potásicos ..... 119

## **MALHERBOLOGÍA**

J. RECASENS, J. A. CONESA. COMUNICACIÓN. Presencia de la mala hierba *Amaranthus palmeri* en el NE de la Península Ibérica. Una amenaza como potencial invasor de cultivos extensivos de regadío ..... 129

**RECENSIÓN DE PUBLICACIONES** ..... 135

## Primera cita del parasitoide *Thripobius semiluteus* Bouček (Hymenoptera: Eulophidae) en España

A. BELTRÁ, A. SOTO

En prospecciones realizadas en Valencia en zonas verdes con presencia de *Heliethrips haemorrhoidalis* (Bouché) se observó durante el año 2008 su parasitoide *Thripobius semiluteus* Bouček del cual no había constancia en España. Esta especie está considerada como uno de los agentes biológicos más importantes para el control de *H. haemorrhoidalis*. En el presente artículo se exponen sus características morfológicas y biológicas más importantes. Las observaciones realizadas sostienen disminuciones importantes de las poblaciones del trip, abriéndose nuevas posibilidades en el control biológico de este insecto.

A. BELTRÁ, A. SOTO. Instituto Agroforestal Mediterráneo. Universidad Politécnica de Valencia. Camino de Vera, s/n. 46022 Valencia. [asoto@caf.upv.es](mailto:asoto@caf.upv.es)

**Palabras clave:** control biológico, *Heliethrips haemorrhoidalis*, planta ornamental.

### INTRODUCCIÓN

*Thripobius semiluteus* es uno de los principales agentes de control biológico del trip de los invernaderos *Heliethrips haemorrhoidalis* (Bouché) (Thysanoptera: Thripidae) (Figura 1). Este tisanóptero, perteneciente a la subfamilia Panchaethripinae, es originario de América del Sur y en la actualidad está ampliamente disperso por áreas tropicales y subtropicales (MOUND y WALKER, 1982). En la región mediterránea causa diversos problemas en invernaderos de producción de planta ornamental así como en arbolado urbano y forestal. El fitófago se caracteriza por poseer un amplio número de hospedantes, habiendo sido citado en más de 60 especies de plantas (FROUD y STEVENS, 1997). En las diferentes especies vegetales, el tisanóptero ocasiona daños que van desde decoloraciones argéneas en las hojas (Figura 2) hasta importantes defoliaciones, pudiendo llegar a provocar la muerte de la planta cuando las

poblaciones son altas. En España, el tisanóptero se encuentra principalmente en ejemplares de planta ornamental de las especies *Viburnum tinus* L., *Arbutus unedo* L., *Myrtus communis* L. y *Codiaeum variegatum* (L.) A. Juss. Por otra parte, su presencia en cultivos agrícolas, tiene cierta relevancia en el cultivo de aguacates, mientras que los daños en cítricos ocurren de



Figura 1. Adulto de *H. haemorrhoidalis*



Figura 2. Daños de *H. haemorrhoidalis* en *Viburnum tinus*

forma muy puntual (LACASA y LLORENS, 1998; NAVARRO *et al.*, 2008).

A pesar de que *H. haemorrhoidalis* cuenta en nuestro país con un importante número de enemigos naturales, su control biológico por parte de diversos depredadores suele ser insuficiente. Entre los factores responsables de esta limitación, posiblemente se encuentre la producción de sus propios excrementos que podrían funcionar como una alomna defensiva (MCMURTRY y BADI, 1991). Estas deyecciones son transportadas en el abdomen de los dos primeros estadios larvarios y depositadas sobre las hojas, confundiendo así a los enemigos naturales que ven dificultada la tarea de búsqueda y depredación (BROWN *et al.*, 1999; HODDLE, 2003).

El objetivo de este trabajo es comunicar la presencia del parasitoide *Thripobius semiluteus* Bouček, eulófido perteneciente a la subfamilia Entedoninae, por primera vez en

España y en base a las experiencias realizadas con este insecto en otros países, exponer las posibilidades de su uso en el control biológico del trip de los invernaderos *Heliothrips haemorrhoidalis*.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Durante las prospecciones realizadas para el control de *H. haemorrhoidalis* en zonas ajardinadas de la ciudad de Valencia, en octubre del año 2008, se observaron larvas del trip con síntomas de parasitismo. Se recogieron varias hojas de pistachero *Pistacia vera* L. con el tisanóptero parasitado y se introdujeron en un evolucionario dentro de una cámara climática a 25 °C y 70% HR. Los adultos emergidos fueron digeridos en KOH (10%) a 40 °C durante 24 horas y posteriormente montados en un portaobje-

tos para su reconocimiento con el microscopio.

La identificación del himenóptero se llevó a término utilizando las descripciones ofrecidas por BOUČEK (1976), BURKS (2003) y TRIAPITSYN (2005). Los ejemplares se contrastaron con los enviados por Umberto Bernardo desde el Istituto per la Protezione delle Piante de Portici (Campania, Italia).

## RESULTADOS

En muestreos periódicos realizados desde el año 2004 en diversas especies de planta ornamental fueron frecuentemente observadas altas poblaciones de *H. haemorrhoidalis*. Debido a los daños realizados por este insecto, se llevaron a cabo tratamientos periódicos con plaguicidas para su control. Tras la supresión del control químico en el año 2008 debido a la falta de eficacia de dichos tratamientos, se detectó la presencia de un parasitoide y se observaron bajadas drásticas de las poblaciones de *H. haemorrhoidalis*. Éstas se situaron en niveles más que aceptables en términos estéticos por la disminución de los síntomas en las plantas.

El himenóptero fue identificado como *Thripobius semiluteus*, parasitoide supuestamente originario de las regiones Australasiana e Indomalaya, aunque también se baraja la posibilidad de que su origen sea Afrotropical (TRIAPITSYN, 2005). Según nuestro conocimiento, su presencia en Europa se reduce a Italia donde fue introducido en el año 1995 desde Israel para el control del *H. haemorrhoidalis* (VIGGIANI y BERNARDO, 1996).

El himenóptero mide 0,5-0,6 mm de largo. La cabeza y el tórax son negros con brillos metálicos mientras que el abdomen, las antenas y las patas tienen un tono amarillento hialino (a excepción de la coxa que también es negra) (Figura 3). La cabeza cuenta con una sutura completa a lo largo del vértice y el surco malar está dividido ventralmente. Las estrías frontales alcanzan la parte superior de los ojos, a veces termi-



Figura 3. Hembra adulta de *T. semiluteus*

nando en la sutura ventral. Las antenas son de color amarillo con dos segmentos funiculares y clava con tres artejos (Figura 4). En el mesoscutum medio se encuentran un par de setas. Las alas son hialinas, midiendo las setas marginales más largas del ala anterior la mitad de la anchura de ésta (Figura 5). En los térgitos 3 y 4 del abdomen destaca la presencia de 1 o 2 puntos oscuros. El macho es similar a la hembra exceptuando las diferencias morfológicas genitales (BOUČEK, 1976; BURKS, 2003; TRIAPITSYN, 2005).

En lo que se refiere a su biología, *T. semiluteus* es un endoparasitoide solitario, koinobionte y sinovigénico con reproducción partenogenética (BERNARDO *et al.*, 2005). Parasita los 2 primeros estadios larvarios del tisanóptero, que se oscurecen progresivamente transformándose en una pupa de color negro de la cual emergen los parasitoides adultos (MCMURTRY *et al.*, 1991) (Figura 6).



Figura 4. Detalle de la antena de *T. semiluteus*

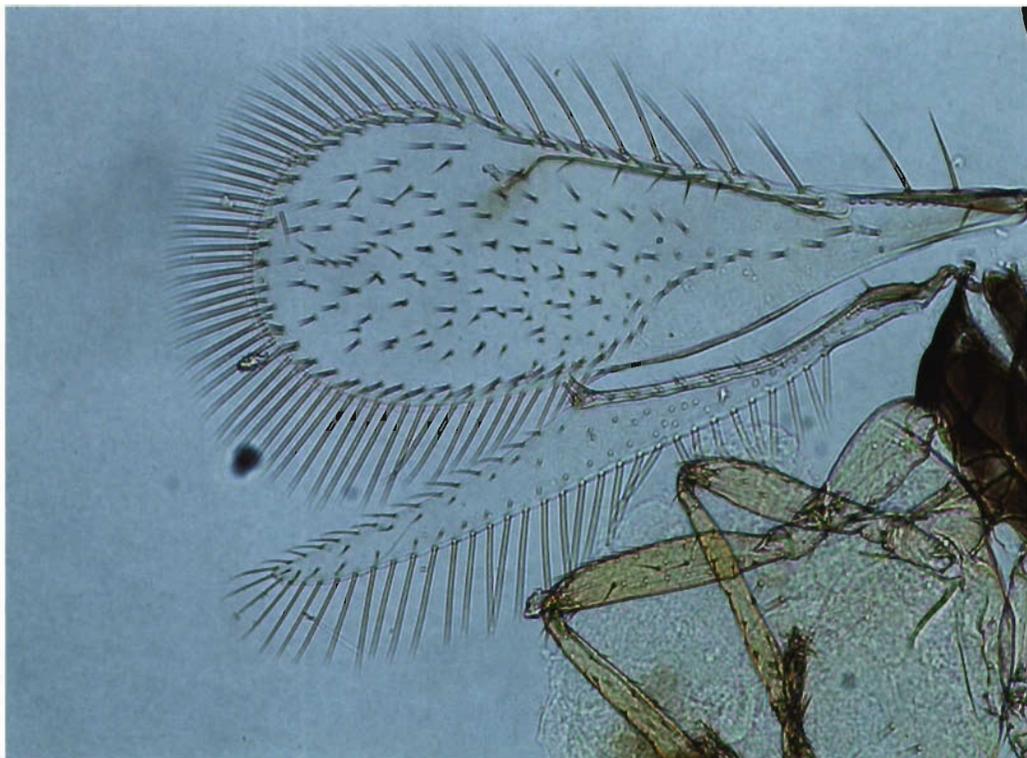


Figura 5. Detalle de las alas de *T. semiluteus*



Figura 6. Pupario de *T. semiluteus*

*T. semiluteus* ha sido citado en diversos hospedantes, todos pertenecientes a la subfamilia Panchaetothripinae (LASALLE y MCMURTRY, 1989; LOOMANS y VAN LENTEREN 1995). De todos ellos solamente *H. haemorrhoidalis* y *Hercinothrips femoralis* Reuter se encuentran en España (BERZOSA, 1993). En esta última especie el parasitoide sólo ha sido observado bajo condiciones de laboratorio (LOOMANS y VAN LENTEREN 1995).

Según datos de experimentación en laboratorio, los adultos de *T. semiluteus* no se desarrollan por debajo de 10 °C, mientras que se estima unos 34,1 °C como temperatura superior letal (BERNARDO *et al.*, 2005). Sin embargo, se ha observado su supervivencia en campo a temperaturas bajo cero y también mayores de 37,8 °C en California (MCMURTRY *et al.* 1991). A 23 °C su ciclo se desarrolla entre 22 y 25 días según los datos de diversos autores (MCMURTRY *et*

*al.*, 1991; FROUD y STEVENS, 1997; BERNARDO *et al.*, 2005).

## DISCUSIÓN

La introducción del parasitoide en zonas de climatología semejante a la nuestra como California, Israel o Italia ha sido exitosa, estableciéndose con altos niveles de parasitismo y provocando importantes disminuciones de las poblaciones del tisanóptero (McMurtry *et al.*, 1991; WYSOKI *et al.*, 1997; VIGGIANI *et al.*, 2000). Por tanto, la presencia de este parasitoide en España, abre la posibilidad de la utilización del control biológico de *H. haemorrhoidalis* en hábitats en los que este tisanóptero suele encontrarse en altas densidades poblacionales como son las áreas verdes y los viveros. La metodología de control puede ser aplicada tanto desde la conservación como de la inundación ya que el parasitoide se reproduce y comercializa por empresas europeas localizadas en Holanda.

La intensa y rápida disminución de población de *H. haemorrhoidalis* que hemos observado en presencia de *T. semiluteus* en nuestra experiencia, se describe también en un caso similar que se produjo en California en los años siguientes a la introducción de dicho parasitoide, produciéndose importantes disminuciones de las poblaciones del trip cuando el porcentaje de parasitismo alcanzó niveles cercanos al 60% (McMURTRY *et al.*, 1991). Sería conveniente realizar futuros seguimientos del parasitoide con el objetivo de evaluar su establecimiento en nuestro país así como su comportamiento y eficacia.

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al profesor Umberto Bernardo del Istituto per la Protezione delle Piante de Portici el envío de ejemplares de *T. semiluteus* de Italia para su comparación morfológica.

## ABSTRACT

BEATRÀ, A., A. SOTO. 2011. First record of the parasitoid *Thripobius semiluteus* Bouček (Hymenoptera: Eulophidae) in Spain. *Bol. San. Veg. Plagas*, **37**: 3-8.

The parasitoid *Thripobius semiluteus* Bouček has been founded in 2008 in surveys conducted in green areas of Valencia where *Heliothrips haemorrhoidalis* (Bouché) was present. This insect had not previous record in Spain, and it is considered an important biological control agent of *H. haemorrhoidalis*. Its most important morphological and biological characteristics are exposed. Decreases in thrips populations have been observed, opening new possibilities for the biological control of this insect.

**Key words:** Biological control, *Heliothrips haemorrhoidalis*, ornamental plant.

## REFERENCIAS

- BERNARDO, U., VIGGIANI, G., SASSO, R. 2005. Biological parameters of *Thripobius semiluteus* Bouček (Hym., Eulophidae), a larval endoparasitoid of *Heliothrips haemorrhoidalis* (Bouché) (Thysan., Thripidae). *Journal of Applied Entomology*, **129** (5): 250-257.
- BERZOSA, J. 1993. Los Tisanópteros de la España Peninsular. *Journal of Pure and Applied Zoology*, **4**: 45-91.
- BOUČEK, Z. 1976. Taxonomic studies on some Eulophidae [hym.] of economic interest, mainly from Africa. *Entomophaga*, **21** (4): 401-414.
- BROWN, A. S. S., SIMMONDS, M. S. J., BLANEY, W. M. 1999. Influence of species of host plants on the predation of thrips by *Neoseiulus cucumeris*, *Iphiseius degenerans* and *Orius laevigatus*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, **92** (3): 283-288.
- BURKS, R. A. 2003. Key to the Nearctic genera of Eulophidae, subfamilies Entedoninae, Euderinae, and Eulophinae (Hymenoptera Chalcidoidea). World Wide Web electronic publication. <http://cache.ucr.edu/%7Eheraty/Eulophidae/> (accessed 09-03-2009).

- FROUD, K. J., STEVENS, P. S. 1997. Life table comparison between the Parasitoid *Thripobius semiluteus* and its host greenhouse thrips. *Proceedings of the New Zealand Plant Protection Conference, Palmerston North*: 232-235.
- HODDLE, M. S. 2003. The effect of prey species and environmental complexity on the functional response of *Franklinothrips orizabensis*: a test of the fractal foraging model. *Ecological Entomology*, **28** (3): 309-318.
- LACASA, A., LLORENS, J. M. 1998. *Trips y su control biológico. Vol. I*. Ed. Pisa Ediciones. Alicante. (218 p).
- LASALLE, J., MCMURTRY, J. A. 1989. First record of *Thripobius semiluteus* (Hymenoptera: Eulophidae) from the New World. *Proceedings of the Entomological Society of Washington*, **91** (4): 634.
- LOOMANS, A. J. M., VAN LENTEREN, J. C. 1995. Biological control of thrips pests: a review on thrips parasitoids. En: *Biological Control of Thrips Pests*. Wageningen Agricultural University Papers 95-1. Ed. por van Lenteren J. C., Loomans, A. J. M.: Wageningen Veenman Drukkers: 88-201.
- MCMURTRY, J. A., BADI, M. H. 1991. Greenhouse thrips *Heliothrips haemorrhoidalis*, in California avocado orchards: Biological control studies. En: *Towards Understanding Thysanoptera*, vol. 47 (General Technical Report). Ed. por Parker, B.L., Skinner, M., Lewis, T., Radnor, P.A.: USDA Forest Service: 393-398.
- MCMURTRY, J. A., JOHNSON, H. G., NEWBERGER, S. J. 1991. Imported parasite of greenhouse thrips established in California avocado. *California Agriculture* Nov-Dec: 31-32.
- MOUND, L. A., WALKER, A. K. 1982. *Terebrantia (Insecta: Thysanoptera)*. *Fauna of New Zealand 1*. Ed. Science and Information Division, D.S.I.R. Wellington (120 p).
- NAVARRO, C., PASTOR, M. T., FERRAGUT, F., GARCIA MARÍ, F. 2008. Trips (Thysanoptera) asociados a parcelas de cítricos en la Comunidad Valenciana: abundancia, evolución estacional y distribución espacial. *Bol. San. Veg. Plagas*, **34** (1): 53-64.
- TRIAPITSYN, S. V. 2005. Revision of *Ceraninus* and the related thrips-attacking entedonine genera (Hymenoptera: Eulophidae) of the world. *African Invertebrates*, **46**: 261-315.
- VIGGIANI, G., BERNARDO, U. 1996. Lotta biologica al tripide delle serre (*Heliothrips haemorrhoidalis*). *L'Informatore agrario*, **52** (7): 73-75.
- VIGGIANI, G., BERNARDO, U., SASSO, R. 2000. Primi risultati sull'introduzione di *Thripobius semiluteus* Bouček (Hymenoptera: Eulophidae) in Italia per il controllo biologico di *Heliothrips haemorrhoidalis* (Bouché) (Thysanoptera). *Atti Giornate Fitopatologiche Perugia*: 521-526.
- WYSOKI, M., KUZLITZKY, W., IZHAR, Y., SWIRSLI, E., BEN-YEHUDA, S., HADAR, D., RENEH, S. 1997. Successful acclimatization of *Thripobius semiluteus*, a parasitoid of *Heliothrips haemorrhoidalis* (Bouché) in Israel. *Phytoparasitica*, **25** (2): 155.

(Recepción: 17 junio 2010)

(Aceptación: 20 diciembre 2010)

## Efectividad de varias cepas comerciales de nematodos entomopatógenos sobre larvas de *Curculio elephas* Gyllenhal (Coleoptera: Curculionidae)

A. JIMÉNEZ, C. A. ANTONIETTY, A. GALLARDO, F. J. SORIA, M. VILLAGRÁN, M. E. OCETE

*Curculio elephas* Gyllenhal (1836), es una importante plaga de los frutos de varias especies de frondosas, siendo especialmente dañino en castaños y encinares. En la encina (*Quercus ilex ballota* (Desfontaines) Sampaio) la actividad larvaria de este insecto carpófago provoca una caída prematura de los frutos y una disminución en el peso y tamaño de las bellotas, que conlleva pérdidas en la producción y, por tanto, en la montanera. También produce una disminución de la capacidad germinativa de las bellotas, ya que destruyen parte del embrión afectando de forma negativa a la regeneración natural de las dehesas y montes.

En este estudio se han ensayado varias cepas comerciales de nematodos entomopatógenos, (*Heterorhabditis bacteriophora* Poinar, *H. megidis* Poinar, *Steinernema feltiae* (Filipjser) y *S. carpocapsae* (Weiser)) sobre larvas en último estadio para evaluar la susceptibilidad que presentan frente a cada una de ellas.

En los ensayos desarrollados en placas de Petri se observa que los mayores porcentajes de mortalidad los presentan *H. bacteriophora* con un 92%, mientras que el valor más bajo es el presentado por *H. megidis* (48%). En el caso de *H. bacteriophora*, a una dosis de 4.000 IJ/placa, se observa el mayor porcentaje de eficacia (87,5%) y con *S. feltiae*, a una dosis de 1.000 IJ/placa, un valor muy aproximado (86,66%). En el ensayo realizado en tierra, utilizando *H. bacteriophora* no se detectaron diferencias significativas entre las diferentes dosis a las dos semanas de su aplicación. En cuanto a la humedad idónea para realizar ensayos en tierra se obtuvo un valor del 15% (p/p).

En principio, estos datos nos indican que *Heterorhabditis bacteriophora*, *Steinernema carpocapsae* y *S. feltiae* pueden ser utilizados en programas de manejo integrado de *C. elephas* cuando se encuentra en su periodo de diapausa en el suelo, siendo especialmente recomendado *S. feltiae*.

A. JIMÉNEZ, C. A. ANTONIETTY, A. GALLARDO, F. J. SORIA, M. VILLAGRÁN, M. E. OCETE. Laboratorio de Entomología Aplicada, Dpto. Fisiología y Zoología, Facultad de Biología, Universidad de Sevilla, Avda. Reina Mercedes, 6. 41012 Sevilla. e-mail: [pino@us.es](mailto:pino@us.es)

**Palabras clave:** *Quercus ilex*, *Heterorhabditis bacteriophora*, *H. megidis*, *Steinernema feltiae*, *S. carpocapsae*.

### INTRODUCCIÓN

*C. elephas* conocido vulgarmente como "balanino" de las castañas, es un fitófago que afecta a un gran número de frondosas aunque, en la región mediterránea, sus daños son más importantes en encinas y castaños. Diversos autores han citado la inci-

dencia y valorado los daños de esta plaga en diferentes partes de Europa y de la zona mediterránea como Argelia, Italia Polonia, Portugal y España (POMORSKI y TARNAWSKI, 1980; VÁZQUEZ *et al.*, 1990; MENU y DEBOUZIE, 1993; SORIA *et al.*, 1996; PAPPARATI y SPIERANZA, 1999; BRANCO *et al.*, 2002; CHAKALI *et al.*, 2002; LEIVA y FERNÁNDEZ-

ALÉS, 2005). En la encina (*Quercus ilex ballota* (Desfontaines) Sampaio) la actividad larvaria de este insecto carpófago provoca una caída prematura de los frutos (SORIA *et al.*, 2005), una disminución en el peso y tamaño de las bellotas lo que conlleva pérdidas en la producción y, por tanto, en la montanera (VÁZQUEZ *et al.*, 1990; SORIA *et al.*, 1999 a y b; BRANCO *et al.*, 2002). Al destruir parte del embrión del fruto se produce una disminución de la capacidad germinativa (SORIA *et al.*, 1996 y 1999 b), implicando una disminución de la autoregeneración de la arboleda en las dehesas y montes (LEIVA y FERNÁNDEZ-ALÉS, 2005).

*C. elephas* presenta un ciclo con una generación al año y cuatro estadios larvales. En los encinares del sur de España, los adultos emergen desde finales de septiembre o principios de octubre, coincidiendo con las primeras lluvias otoñales, y dejan de observarse a finales de octubre. Las puestas se observan desde mediados de septiembre o principios de octubre hasta finales de noviembre o mediados de diciembre. El desarrollo larvario dura entre 35 y 40 días, tras los cuales el fruto ha quedado totalmente excavado y lleno de excrementos (JIMÉNEZ *et al.*, 2005). Al finalizar su fase de alimentación en el fruto, salen y se entierran en el suelo donde construyen un cocón terroso para hibernar (MENU y DESOUHANT, 2002).

Actualmente, la legislación está tendiendo a la retirada de muchas materias activas usadas hasta ahora para el control de plagas que afectan a las masas forestales. Por ello, es necesario el estudio de nuevos productos que estén en consonancia con los nuevos objetivos de conseguir mantener sus poblaciones en niveles no dañinos mediante la utilización de programas de control integrado. Algunos de estos productos están basados en nematodos entomopatógenos pertenecientes a los géneros *Heterorhabditis* y *Steinernema*. Ambos son parásitos obligados que buscan activamente en el sustrato a sus presas, que se mueven principalmente hacia abajo y a lo largo de toda la columna de suelo (FERGUSON *et al.*, 1995; GARCÍA,

2005). Tras la aplicación, los nematodos penetran por los orificios naturales del cuerpo de la larva o directamente a través de su pared. Una vez dentro, en cooperación con bacterias de los géneros *Xenorhabdus* y *Photorhabdus* que liberan, son capaces de producir la muerte de larvas en 24-48 horas (FORST y CLARKE, 2002; DOLINSKI *et al.*, 2006). Existen diversos estudios que han demostrado la efectividad de estos nematodos para el control de otiórrincos (KAKOULI-DUARTE *et al.*, 1997; WILSON *et al.*, 1999; PICOAGA *et al.*, 2008), curculionidos (KPE-NEKCI *et al.*, 2004; MORTON y GARCÍA DEL PINO, 2005) y algunos lepidópteros y dípteros (REYES, 2003).

Teniendo en cuenta las características, antes mencionadas, de estos nematodos entomopatógenos, pensamos que pueden parasitar y destruir las larvas de *C. elephas* que se encuentran en diapausa en el suelo de las dehesas. En este trabajo han sido ensayadas varias cepas comerciales, *Heterorhabditis bacteriophora* Poinar, *H. megidis* Poinar, *Steinernema feltiae* (Filipjer) y *S. carpocapsae* (Weiser) para el control de larvas de *C. elephas*.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Las bellotas de las que se extrajeron las larvas de *Curculio elephas* fueron recolectadas a finales de noviembre de 2009 en una dehesa de encinas localizada en Sierra Morena, concretamente en la Sierra Norte de Sevilla, en la localidad de Almadén de la Plata. Las larvas de cuarto estadio de *C. elephas* tras salir de los frutos eran recogidas y colocadas en recipientes con arena esterilizada y colocadas dentro de cámaras acondicionadas a 22 °C y en oscuridad, hasta el momento de realizar los ensayos en el laboratorio.

En los ensayos se utilizaron cuatro especies de nematodos comercializados por la empresa Biobest S.L. Las especies utilizadas fueron *Heterorhabditis bacteriophora* (B-Green®), *H. megidis* (*Heterorhabditis*

System®), *Steinernema feltiae* (Steinernema System®), y *S. carpocapsae* (Carpocapsae System®).

Para estudiar la efectividad de los juveniles infectivos de las cuatro especies en el control de larvas de *C. elephas* se diseñó un ensayo de laboratorio en completa oscuridad, a temperatura constante de  $22 \pm 1$  °C y con un  $75 \pm 5\%$  de humedad relativa, condiciones idóneas para el desarrollo de los nematodos. Las unidades experimentales consistieron en cajas de Petri de 50 x 10 mm, con papel de filtro en el fondo. Se aplicaron 5 dosis de cada una de las cepas de juveniles. En cada placa se colocaron 5 larvas del coleóptero y se hicieron 5 repeticiones, para cada dosis. Las placas se rotularon y sellaron con parafina para evitar la desecación. Cada ensayo se repitió 2 veces. Se tomaron datos del número de individuos muertos cada 24 horas hasta las 96 horas. Las larvas se diseccionaron para comprobar la presencia de juveniles en su interior. Las dosis recomendadas por la empresa para la aplicación en suelo con uso curativo son: 1 millón de juveniles/m<sup>2</sup> para todos los productos, excepto para B-Green® que es de 0.5 millones/m<sup>2</sup>. La superficie sobre la que se realizaron los ensayos era de 0.002 m<sup>2</sup>, y las dosis usadas en las cajas de petri fueron: 250-5000-1.000-2.000-4.000 juveniles infectivos por placa. En los controles se añadió sólo agua destilada.

También se ensayó, en laboratorio, el producto B-Green® sobre larvas enterradas en recipientes de 80 mm de diámetro y 130 mm de alto con tierra. Los recipientes se llenaron con 300 g de tierra previamente esterilizada en autoclave a 121 °C durante 2 h. Las dosis probadas fueron: 1.250-2.500-5.000-10.000-20.000 juveniles infectivos por bote. En cada recipiente se colocaron 10 larvas de *C. elephas* y se hicieron 5 repeticiones, para cada dosis. Los recipientes se rotularon y cerraron durante el ensayo para que se mantuviera el nivel de humedad.

Previamente a la realización de estos ensayos se evaluó el nivel óptimo de humedad

para conocer cuando se produce la mayor infestación con B-Green®, en los mismos recipientes antes descritos. Los valores de humedad probados fueron: 5, 10, 15 y 20% (p/p), que se consiguieron añadiendo agua destilada. En cada recipiente se colocaron 10 individuos y se hicieron 5 repeticiones, para cada valor de humedad. Los botes se rotularon y cerraron durante el ensayo para evitar la pérdida de humedad. En cada recipiente se vertió 1 ml de agua con 5.000 juveniles infectivos, aplicado uniformemente sobre la superficie de la tierra, usando una pipeta. Diez minutos después, las larvas de *Curculio elephas* en cuarto estadio fueron colocadas sobre la superficie de la tierra para que se enterraran. El ensayo contó con un control donde se vertió sólo agua.

Los análisis de los datos de mortalidad fueron realizados con el SPSS v. 17.0. El nivel de significación utilizado en los análisis fue  $P < 0.05$ . Para obtener las eficacias de los tratamientos se han aplicado a los datos la formula de Abbot.

## RESULTADOS

Los porcentajes de mortalidad obtenidos de los ensayos en placas de petri realizados sobre *Curculio elephas*, con las diferentes cepas comercializadas de nematodos entomopatógenos se muestran en el Cuadro 1. Las cuatro cepas de juveniles infestivos son capaces de localizar e infestar las larvas de *C. elephas*, sin embargo *H. megidis* presenta valores mucho más bajos que el resto. Los mayores porcentajes de mortalidad y de eficacia los presentan *H. bacteriophora* y *S. feltiae* (Cuadro 1). Por otro lado, los valores de mortalidad fueron similares entre las diferentes dosis utilizadas de cada una de las cepas comerciales.

Si analizamos las medias de los valores obtenidos a partir de la dosis recomendada para la mayoría de las especies (2.000 IJ) se obtiene un valor de  $P = 0.0003$  (Estadístico=18,7473), que determina que hay diferencias estadísticamente significativas entre

Cuadro 1. Porcentajes de mortalidad de larvas de *Curculio elephas*, 96 horas después de la aplicación de varias especies de nematodos

Dosis	Control	<i>H. megidis</i>		<i>H. bactriophora</i>		<i>S. carpocapsa</i>		<i>S. feltiae</i>	
	% Mort	% Mort	% Efic	% Mort	% Efic	% Mort	% Efic	% Mort	% Efic
250 IJ	42	62	34,48	82	68,96	76	58,62	84	72,41
500 IJ	38	60	35,48	76	61,29	86	77,42	84	74,19
1.000 IJ	30	48	25,71	82	70	86	80	92	86,66
2.000 IJ	42	60	31,03	88	79,31	88	79,3	88	79,31
4.000 IJ	36	70	53,12	92	87,5	80	68,75	84	75

% Mort = % mortalidad; % Efic = % Eficacia (Abbot)

los nematodos utilizados. Al realizar el estudio del contraste múltiple de Rangos de Bonferroni se encontró que el grupo de *H. megidis* es el que muestra la diferencia con los otros tres como se puede apreciar en la Figura 1, siendo el valor de mortalidad de un 60% frente a un 87-88%.

Por otro lado, en la Figura 1 se observan diferencias en los porcentajes de mortalidad en el tiempo dependiendo de las especies. *S. feltiae* es el nematodo que actúa con

mayor rapidez, mostrando un valor cercano al 60% ya en las primeras 24 horas, mientras que el resto está por debajo del 35%.

En el Cuadro 2 se muestran los porcentajes de mortalidad obtenidos en tierra al aplicar el producto B-Green® sobre larvas enterradas después de 7 y 14 días del inicio del ensayo. Se observa que los valores de mortalidad, según la dosis, a la semana de la aplicación no presentan diferencias significativas ( $\chi^2=7,289$ ;  $p=0,121$ ) aunque la dosis

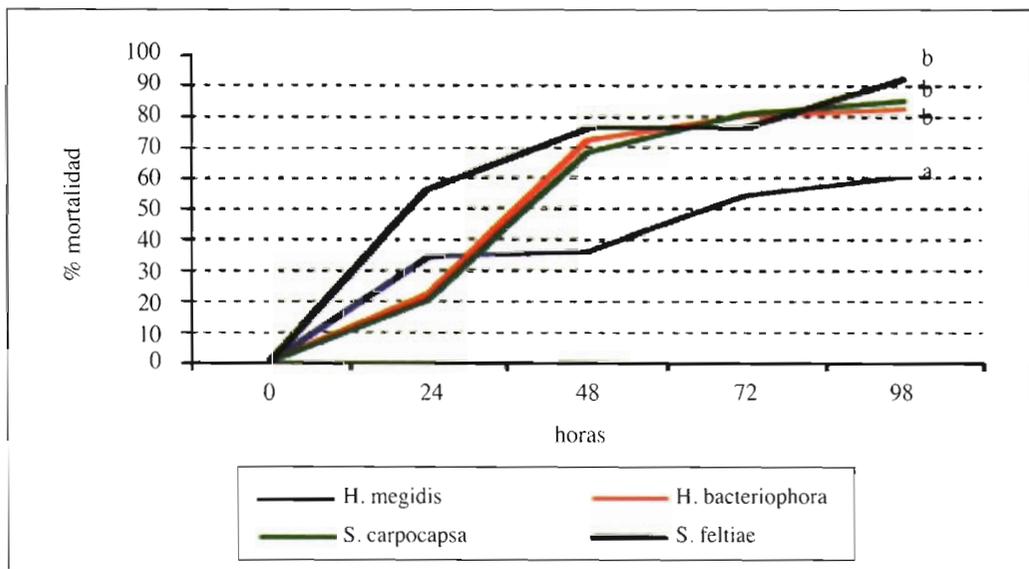


Figura 1. Porcentajes de mortalidad de larvas de *C. elephas* tratadas con cuatro especies de nematodos (dosis = 2.000 IJ por placa de Petri). Letras distintas indican diferencias significativas (Bonferroni  $P<0.05$ )

Cuadro 2. Porcentajes de mortalidad de larvas de *Curculio elephas* en suelo a los 7 y 14 días del inicio del ensayo con *Heterorhabditis bacteriophora*

Dosis	% mortalidad a 7 días	% mortalidad a 14 días
0	20	40
1.250 IJ	48	80
2.500 IJ	40	76
5.000 IJ	36	80
10.000 IJ	62	86
20.000 IJ	30	84

de 10.000 IJ presenta un valor sustancialmente más elevado que las otras cuatro dosis. A las dos semanas los porcentajes obtenidos de las diferentes dosis se igualan, no detectándose diferencias significativas entre ellos ( $\chi^2=2,261$ ;  $p=0,688$ ).

Los resultados del estudio del efecto de la humedad del suelo en la mortalidad de larvas de *C. elephas* utilizando *H. bacteriophora* se muestran en la Figura 2. Se observa que con un 20% de humedad se produce el 100% de mortalidad tanto en los recipientes

tratados como en los controles, lo que indica que la mortalidad se ha producido por el alto contenido en agua de los recipientes. En el caso del 15% de humedad los recipientes control presentan un 20% de mortalidad y en los ensayos con nematodos alcanzó un 94%.

**DISCUSIÓN**

Los resultados obtenidos en laboratorio sugieren que las cuatro cepas de nematodos

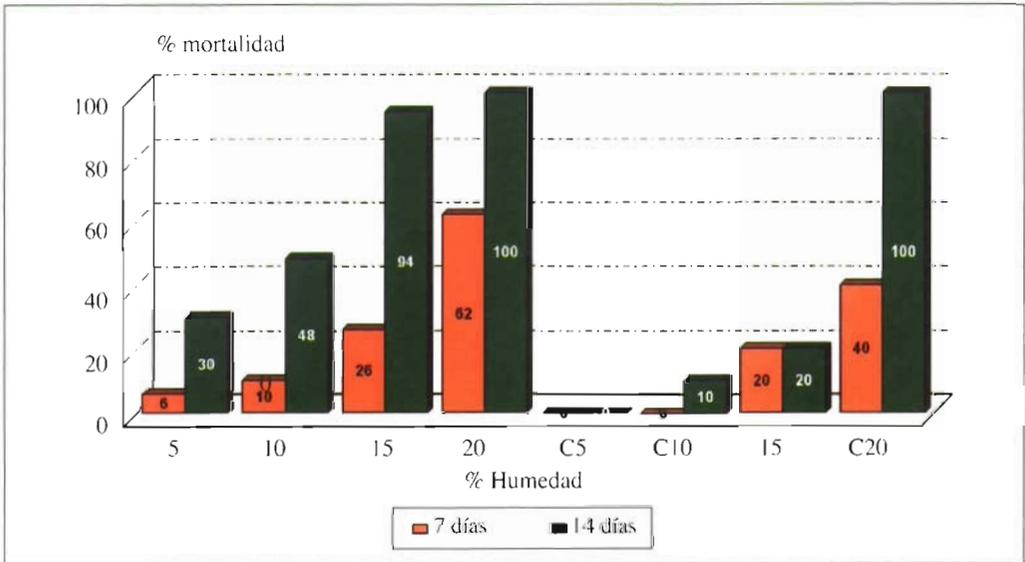


Figura 2. Porcentajes de mortalidad de larvas de *C. elephas* bajo diferentes porcentajes de humedad a los 14 días de aplicar 5.000 IJ de *Heterorhabditis bacteriophora* (C5, C10, C15 y C20 = controles de los diferentes porcentajes de humedad)

comercializadas por Biobest S.L. reducen significativamente las densidades de las larvas de cuarto estadio de *Curculio elephas*. *Heterorhabditis megidis* es la especie que presenta los porcentajes más bajos tanto en mortalidad como en eficacia, estos resultados son similares a los obtenidos por otros autores en ensayos con curculiónidos, donde estos nematodos presentan mayor atracción por otras familias de insectos, principalmente lepidópteros (SAUNDERS y WEBSTER, 2000; BOFF *et al.*, 2001; MCGRAW y KOPENHÖFER, 2008). Las tres especies restantes presentaron resultados muy similares, siendo *Steinernema feltiae* la que muestra mejores resultados a diferentes dosis. Estos resultados difieren de los obtenidos por KEPENEKCI *et al.* (2004), ya que esta especie sólo causó un 40,2% de mortalidad sobre larvas de *C. elephas*. La capacidad infectiva o patogenicidad de los nematodos entomopatógenos está condicionada principalmente por la capacidad de sus juveniles infectivos en detectar la presencia del insecto, movilizarse por el sustrato hasta alcanzarlo y penetrar en su interior. Diferencias en uno de esos aspectos, indicarían capacidades infectivas diferentes (DOUCET y GIAYETTO, 1994), además, las variaciones de las condiciones experimentales (KAYA, 1990; GEORGIS y GAUGLER, 1991) dan diferencias en los resultados. De hecho, NYCZEPIR *et al.* (1992) citan como causa principal de la baja mortalidad que observaron en sus ensayos en comparación con otros similares, la baja humedad del suelo. En estos ensayos, la diferencia observada se debe a la susceptibilidad que presentan los nematodos entomopatógenos a diferentes factores abióticos, como son la temperatura y textura y composición del sustrato (SMITS, 1996; MENTI *et al.*, 2000), variando sustancialmente este último en los ensayos comparados. Por otro lado, se ha demostrado que existen variaciones en la virulencia intrínseca de las especies o cepas de nematodos (SHAPIRO-ILAN y COTTRELL, 2006), por lo que la cepa comercializada parece ser mejor que la utilizada por KEPENEKCI *et al.* (2004), obtenida por

ellos de diferentes suelos forestales. No sólo se puede deber a la diferencia en el sustrato utilizado, sino que la patogenicidad de una cepa de nematodo puede variar debido a la existencia de diferentes niveles de susceptibilidad o resistencia en las distintas poblaciones de las que se obtienen las larvas sobre las que se realizan los ensayos (SIKORA, 1990, en QUINTERO, 2003).

Por todo esto, se considera adecuado el uso de *H. bacteriophora*, *S. carpocapsa* y *S. feltiae* para la realización de tratamientos de control dirigidos a larvas de *C. elephas*. *H. megidis* es una especie que no se encuentra de forma natural en los suelos de la Península Ibérica ([www.faunaeuropaea.org](http://www.faunaeuropaea.org)), y además presenta los valores más bajos de mortalidad y eficacia por lo que su utilización se puede desestimar. *S. feltiae* no sólo presenta buenos resultados, sino que también actúa con mayor rapidez sobre las larvas que las otras especies utilizadas (Figura 1). Debido a esto, cuando se realizan tratamientos en campo, donde las condiciones ambientales pueden cambiar desde el momento de la aplicación hasta que el nematodo encuentra a su hospedador, es importante utilizar un producto de rápida actuación que no se vea muy afectado por esos posibles cambios, sobre todo de temperatura y humedad.

La dificultad de los tratamientos en campo radica, entre otras, en hacer la aplicación en el momento idóneo para que los nematodos puedan desarrollarse y buscar sus presas. Como se ha visto en el ensayo de suelo, el grado de humedad más idóneo es de un 15% en suelo. En cuanto a la temperatura debe estar entre los 12 y 30 °C, ya que fuera de este rango puede reducirse la actividad de los productos. Si se tiene en cuenta que las larvas de *C. elephas* están enterradas, aproximadamente, desde noviembre hasta septiembre/octubre del siguiente año, se puede optar por una fecha entre esos meses donde las condiciones climáticas de la dehesa sean similares a las óptimas para el desarrollo de los nematodos. Observando las temperaturas medias y precipitaciones que se han recopi-

lado durante los últimos años (1998-2007) en Andalucía (Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía), los meses óptimos para realizar las aplicaciones son abril y mayo, ya que las temperaturas medias están dentro de los límites marcados anteriormente (13,13 °C y 16,67 °C) y los valores máximos superan pocos días los 30 °C. Si observamos las precipitaciones de estos meses no son las más abundantes del año, pero sí suficientes como para encontrar unos días tras alguna precipitación que permita la actividad de los nematodos en el suelo. Por otro lado, teniendo en cuenta los valores medios de temperatura y precipitaciones, septiembre y octubre serían meses adecuados para la aplicación de estos productos, sin embargo, en este periodo la mayoría de las larvas de *C. elephas* aún se encuentran dentro de los frutos (JIMÉNEZ *et al.*, 2005), lugar donde no son accesibles para los nematodos.

En los ensayos con varias dosis se ha observado que no existe una relación positiva

entre la concentración de juveniles infectivos de nematodos y la mortalidad de larvas de *C. elephas*. Para algunos agentes patógenos, es posible que una vez que se alcanza la dosis umbral de mortalidad, el aumento del número de patógenos no produzca más mortalidad (TANADA y FUXA, 1987). SMITH *et al.* (1993) y SHAPIRO-ILAN (2001), tampoco detectaron una relación dosis-respuesta cuando ensayaron con *H. bacteriophora*, *S. carpocapsae* y *S. feltiae* sobre *Curculio caryae*. Este hecho indica que para controlar las poblaciones de *C. elephas* se pueden aplicar dosis más bajas que las recomendadas por la casa comercial para otras especies plaga ([www.biobest.com](http://www.biobest.com)) y, por lo tanto, disminuir de manera sustancial el coste de los tratamientos. Este factor es muy importante dentro del manejo de las dehesas ya que, por definición constituye un sistema de explotación agroforestal sostenible construido sobre la base de recursos muy pobres (Ley 7/2010 para La Dehesa).

#### ABSTRACT

JIMÉNEZ, A. C., A. ANTONIETTY, A. GALLARDO, F. J. SORIA, M. VILLAGRÁN, M. E. OCETE. 2011. Effectiveness of several species of entomopathogenic nematodes to *Curculio elephas* Gyllenhal (Coleoptera: Curculionidae). *Bol. San. Veg. Plagas*, 37: 9-17.

*Curculio elephas* Gyllenhal (1836) is an important pest of fagaceous trees fruits, being especially harmful to chestnut and oaks. Larval activity of this carpophagous insect on holm oak (*Quercus ilex ballota* (Desfontaines) Sampaio) causes a premature falling of acorns and weight and size reduction. This results in production loss and therefore involves a negative repercussion on livestock feeding. This species also decreases acorns germination capacity due to embryo destruction during larval development which negatively affects the natural regeneration of dehesas.

In this study, several commercial entomopathogenic strains have been tested (*Heterorhabditis bacteriophora* Poinar, *H. megidis* Poinar, *Steinernema feltiae* (Filipjev) y *S. carpocapsae* (Weiser)) on last instars larvae in order to assess their susceptibility to each nematode species.

In assays, highest mortality appears using *H. bacteriophora* (92%), whereas the lower value has been obtained using *H. megidis* (48%). The highest effectiveness percentage (87.5%) has been observed using *H. bacteriophora*, at a dose of 4000 IJ per petri dish. In *S. feltiae* assays, at a dose of 1000 IJ per petri dish, it has been obtained a similar result (86.66%). In the assays carried out on earth, no significant differences have been detected between different doses of *H. bacteriophora* after two weeks of application. Optimum humidity value was 15% (w/w).

Data obtained indicate that *Heterorhabditis bacteriophora*, *Steinernema carpocapsae* y *S. feltiae* could be used in IPM programmes for *C. elephas* – especially *S. feltiae* – during prepupal diapause of *C. elephas*.

**Key words:** *Quercus ilex*, *Heterorhabditis bacteriophora*, *H. megidis*, *Steinernema feltiae*, *S. carpocapsae*.

## REFERENCIAS

- BOFF, M. I. C., WIEGERS, G. L., SMITS, P. H. 2001. Host influences on the pathogenicity of *Heterorhabditis megidis*. *Biocontrol*, **46**: 91-103.
- BRANCO, M., BRANCO, C., MEROUANI, H., ALMEIDA, M. H. 2002. Germination success, survival and seedling vigour of *Quercus suber* acorns in relation to insect damage. *Forest Ecology and Management*, **166** (1): 159-164.
- CHAKALI, G., ATTAL-BEDREDDINE, A., OUZANI, H. 2002. Insect pests of the oaks *Quercus suber* and *Q. ilex* in Algeria. *Integrated Protection in Oak Forests*, **25**: 93-100.
- DOLINSKI, C., DEL VALLE, E., STUART, R. J. 2006. Virulence of entomopathogenic nematodes to larvae of the guava weevil, *Conotrachelus psidii* (Coleoptera: Curculionidae), in laboratory and greenhouse experiments. *Biological Control*, **38**: 422-427.
- DOUCET, M. A., GIAYETTO, A., 1994. Gama de huéspedes y especificidad en *Heterorhabditis bacteriophora* Poinar (Heterorhabditidae: Nematoda). *Nematología Mediterránea*, **22**: 171-178.
- FORST, S., CLARKE, D. 2002. Bacteria-nematode symbiosis. In: Gaugler, R. (Ed.). *Entomopathogenic Nematodes*. CABI Publishing, New York, NY: 57-77.
- GARCÍA, F., 2005. Los nematodos entomopatógenos agentes de control de plagas. El control biológico de plagas y enfermedades. Ed. Publicacions de la Universitat Jaime I: 87-112.
- GEORGIS, R., GAUGLER, R. 1991. Predictability in biological control using entomopathogenic nematodes. *Journal Economic Entomology*, **84**: 713-720.
- JIMÉNEZ, A., SORIA, F. J., VILLAGRÁN, M., OCETE, M. E. 2005a. Descripción del ciclo biológico de *Curculio elephas* Gyllenhal (1836) (Coleoptera: Curculionidae) en un encinar del sur de España. *Bol. San. Veg. Plagas*, **31**: 353-363.
- KAKOULI-DUARTE, T., LABUSCHAGNE, L., HAGUE, N. G. M. 1997. Biological control of black vine weevil, *Otiiorhynchus sulcatus* (Coleoptera: Curculionidae) with entomopathogenic nematodes (Nematoda: Rhabditida). *Annals of Applied Biology* **131**: 11-27.
- KAYA, H. K. 1990. Soil ecology. En *Entomogenous Nematodes in Biological control* (R. Gaugler and H.K. Kaya, Eds.). CRC Press, Boca Raton, FL.: 93-115.
- KPENEKCI, I., GOKCE, A., GAUGLER, R. 2004. Virulence of three species of entomopathogenic nematodes to the chesnut weevil, *Curculio elephas* (Coleoptera: Curculionidae). *Nematropica*, **34** (2): 199-204.
- LEIVA, M. J., FERNÁNDEZ-ALÉS, R. 2005. Holm-oak (*Quercus ilex* Subs. *ballota*) acorns infestation by insects in Mediterranean dehesas and shrublands. Its effect on acorn germination and seedling emergence. *Forest Ecology and Management*, **212**: 221-229.
- LEY 7/2010 PARA LA DEHESA. BOJA nº 144, de 23 de julio de 2010.
- MCGRAW, B. A., KOPPENHÖFER, A. M. 2008. Evaluation of two endemic and five commercial entomopathogenic nematode species (Rhabditida: Heterorhabditidae and Steinernematidae) against annual bluegrass weevil (Coleoptera: Curculionidae) larvae and adults. *Biological Control*, **46**: 467-475.
- MENTI, H., WRIGHT, D. J., PERRY, R. N. 2000. Infectivity of populations of the entomopathogenic nematodes *Steinernema feltiae* and *Heterorhabditis megidis* in relation to temperature, age and lipid content. *Nematology*, **2**: 515-521.
- MENU, F., DEBOUZIE, D. 1993. Coin-flipping plasticity and prolonged diapause in insects: example of the chestnut weevil *Curculio elephas* (Col., Curculionidae). *Oecologia*, **93**: 367-373.
- MENU, F., DESOUHANT, E. 2002. Bet-hedging for variability in life cycle duration: bigger and later emerging chesnut weevils have increased probability of a prolonged diapause. *Oecologia*, **132**: 167-174.
- MORTON, A., GARCÍA DEL PINO, F. 2005. Susceptibilidad de *Otiiorhynchus sulcatus* (Coleoptera: Curculionidae) a nematodos entomopatógenos (Rhabditida: Steinernema y Heterorhabditidae). *Bol. San. Veg. Plagas*, **31**: 243-251.
- NYCZEPIR, A. P., PAYNE J. A. 1992. Heterorhabditis bacteriophora: A New Parasite of Pecan Weevil, *Curculio caryae*. *Journal of Invertebrate Pathology*, **60**: 104-106.
- PAPARATTI, B., SPERANZA, S. 1999. Biological control of chestnut weevil (*Curculio elephas* Gyll., Coleoptera, Curculionidae) with the entomopathogen fungus *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuill. (Deuteromycotina, Hyphomycetes). Proc. 2nd Int. Symp. on Chestnut. *Acta Hortícola* **494**. Ed. G. Salesses.
- PICOAGA, A., ABELLEIRA, A., MANSILLA, J. P., PÉREZ, R., SALINERO, C. 2008. Primeros resultados en el control de larvas de curculiónidos a plantas de vivero con nematodos entomopatógenos. IV Jornadas Ibéricas de Horticultura Ornamental. 14-18 de octubre de 2008. Pontevedra, España.
- POMORSKI R.J., TARNAWSKI C. 1980. A new station of *Curculio elephas* Gyllenhal, 1836 (Col., Curculionidae) in Poland. *Przeegląd Zoologiczny*, **23**: 213-214.
- QUINTERO, M. P. 2003. Comparación en laboratorio de la patogenicidad de tres especies nativas de nematodos entomopatógenos (Rhabditida) sobre larvas de tercer instar de *Phyllophaga menetriesi* (Blanchard) (Coleoptera: Scarabaeidae). Trabajo de grado. Facultad de Ciencias. Universidad del Valle. Santiago de Cali. 49 pp.
- REYES, M. A. 2003. Patogenicidad de nematodos entomopatógenos (Nematoda: Steinernematidae, Heterorhabditidae) en larvas y pupas de la mosca de la fruta *Anastrepha ludens* Loew (Diptera: Tephritidae). Tesis doctoral. Maestría en Ciencias. Área Biotecnología. Univ. Colomina. Méjico.
- SAUNDERS, J. E., WEBSTER, J. M. 2000. Laboratory Test of the Susceptibility of some Forest Insect Pests to Heterorhabditis megidis H90 (Nematoda). *Journal of Invertebrate Pathology*, **76**: 76-78.
- SHAPIRO-ILAN, D. I. 2001. Virulence of Entomopathogenic Nematodes to Pecan Weevil Larvae, *Curculio caryae* (Coleoptera: Curculionidae), in the Laboratory. *Journal of Economic Entomology*, **94** (1): 7-13.
- SHAPIRO-ILAN, D. I., COTTRELL, T. E. 2006. Susceptibility of the Lesser Peachtree Borer (Lepidoptera:

- Sesiidae) to Entomopathogenic Nematodes under Laboratory Conditions. *Environmental Entomology*, **35** (2): 358-365.
- SMITS, P. H. 1996. Post-application persistence of entomopathogenic nematodes. *Biocontrol Science Technology*, **6**: 379-387.
- SMITH, M. T., GEORGIA, R., NYZZEPIR, A. P., MILLER, R. W. 1993. Biological control of pecan weevil, *Curculio caryae* (Coleoptera: Curculionidae), with entomopathogenic nematodes. *Journal Nematology*, **25**: 78-82.
- SORIA, F. J., CANO, E., OCETE, M. E. 1996. Efectos del ataque de fitófagos perforadores en el fruto de la encina (*Quercus rotundifolia* Lam.). *Bol. San. Veg. Plagas*, **22**: 427-432.
- SORIA, F. J., VILLAGRÁN, M., MARTÍN, P., OCETE, M. E. 1999 a. *Curculio elephas* (Gyllenhal) (Col.: Curculionidae) y *Cydia sagiglandana* (Zeller)(Lep.: Tortricidae) en encina (*Quercus rotundifolia* Lam.): infestación y relaciones interespecíficas. *Bol. San. Veg. Plagas*, **25**: 125-130.
- SORIA, F. J., CANO, E., OCETE, M. E. 1999 b. Valoración del ataque de *Curculio elephas* (Gyllenhal) (Coleoptera, Curculionidae) y *Cydia* spp. (Lepidoptera, Tortricidae) en el fruto de alcornoque (*Quercus suber* Liné). *Bol. San. Veg. Plagas*, **25**: 69-74.
- SORIA, F. J., JIMÉNEZ, A., VILLEGÁN, M., OCETE, M. E. 2005. Relación entre la colonización de la encina por *Curculio elephas* Gyllenhal (1836) (Coleoptera: Curculionidae) y el periodo de caída natural de frutos. *Bol. San. Veg. Plagas*, **31**: 365-375.
- TANADA, K., FUXA J. R. 1987. The pathogen population. En Fuxa and Tanada (eds.), *Epizootiology of insect diseases*. Wiley, New York: 113-157.
- VÁZQUEZ, F. M., ESPARRAGO F., LÓPEZ J. A., JARAQUEMADA, F. 1990. Los ataques de *Curculio elephas* Gyll. (*Balaninus elephas*) y *Carpocapsa* sp. L. sobre *Quercus rotundifolia* Lam. en Extremadura. *Bol. San. Veg. Plagas*, **16**: 755-759.
- WILSON, M., NITZSCHE, P., SCHEARER, P. W. 1999. Entomopathogenic nematodes to control black vine weevil (Coleoptera: Curculionidae) on strawberry. *Journal of Economic Entomology*, **92**: 651-657.

(Recepción: 19 julio 2010)

(Aceptación: 1 marzo 2011)



## Uso de los óleos vegetais no controle de *Zabrotes subfasciatus* (Bohemann, 18339 (Coleoptera: Bruchidae)

F. G. DE JESÚS, M. L. DOS SANTOS, A. F. C. M. ALMEIDA, M. V. SANTANA, L. NOGUEIRA, M. S. ARAÚJO

Devido os prejuízos que os inseticidas causam no meio ambiente e aos produtores este trabalho objetivou-se a estudar o uso de inseticidas de origem natural no controle de *Zabrotes subfasciatus* (Bohemann, 1833) (Coleoptera: Bruchidae) em grãos armazenados de feijoeiro, utilizando óleo de amêndoas de nim (*Azadirachta indica*), óleo de crambe (*Crambe abyssinica*), óleo de pinhão manso (*Jatropha curcas*). Para verificar a eficiência dos produtos, casais de *Z. subfasciatus* foram colocados em grãos de feijoeiro da cultivar Pérola, tratado com diferentes concentrações de óleos vegetais. Os experimentos foram instalados em delineamento inteiramente casualizado com seis tratamentos e cinco repetições, sendo avaliada a porcentagem de adultos emergidos, a porcentagem de mortalidade, a massa dos adultos emergidos, o número de ovos por fêmeas vivas, o ciclo biológico, longevidade e atratividade dos adultos. Os óleos vegetais usados foram altamente tóxicos e repelentes aos adultos de *Z. subfasciatus*, causando a mortalidade até quarenta e oito horas depois da aplicação.

F. G. DE JESÚS, M. L. DOS SANTOS, A. F. C. M. ALMEIDA, M. V. SANTANA, L. NOGUEIRA. Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí. Rod. Prof. Geraldo Silva Nascimento Km 2,5 CEP 75790-000, Urutaí - GO. E-mail: [fgiagronomia@zipmail.com.br](mailto:fgiagronomia@zipmail.com.br)  
M. S. ARAÚJO. Universidade Estadual de Goiás – Unidade Universitária de Ipameri. Rod. GO 230 km 241 CEP 75780-000, Ipameri - GO.

**Palavras-chave:** *Phaseolus vulgaris*; praga de grãos armazenados; inseticida natural.

### INTRODUÇÃO

*Phaseolus vulgaris* (L.) é considerada a leguminosa de maior importância para consumo humano (VIEIRA *et al.*, 2006). Além disso, o cultivo dessa espécie é feito na sua grande maioria por pequenos produtores, para os quais representa uma importante fonte de renda e de subsistência.

Porém sua produtividade no Brasil é considerada baixa devido a alguns fatores, entre eles, incluem-se o ataque por inúmeras pragas (VIEIRA *et al.*, 2006, BOIÇA JUNIOR *et al.*, 2008 e JESÚS *et al.*, 2010) desde a emergência até o seu armazenamento, sendo o *Zabrotes subfasciatus* (Bohemann, 1833) (Coleoptera: Bruchidae) a principal praga de

feijão armazenado (GALLO *et al.*, 2002), causando danos consideráveis na pós-colheita, ocasionando redução de peso, diminuição de qualidade nutricional, declínio do poder germinativo das sementes, depreciação comercial devido à presença de insetos adultos ou imaturos, fragmentos e excrementos.

O controle químico tem sido eficaz no controle dos carunchos, porém, sua utilização é dificultada pelo custo dos produtos e por problemas de toxicidade no meio ambiente decorrentes da utilização dos inseticidas fumigantes. Pequenos produtores têm utilizado várias práticas, como: mistura dos grãos de feijão com areia, cal, cinza de madeira, resíduos de trilha da colheita (munha),

terra de formigueiro, pimenta-do-reino ou óleos (GUTIÉRREZ Y SCHOONHOVEN, 1981).

A necessidade de estudo de técnicas alternativas em relação aos métodos químicos convencionais, pressionada pela crescente cobrança da sociedade por métodos menos agressivos ao meio ambiente, estimula a busca de novos métodos para o controle de pragas (LARA, 1991). Apesar do esforço de pesquisadores, não têm sido encontrados níveis satisfatórios de resistência varietal ao *Z. subfasciatus* em acessos de feijão cultivado (OLIVEIRA *et al.*, 1979; REGO *et al.*, 1986 e ORIANI *et al.*, 1996).

Assim, em virtude dos riscos de resíduos químicos nos grãos, surge à necessidade de estudo de métodos naturais de controle, apresentando as plantas com atividade inseticida um potencial no controle destas pragas, podendo ser utilizadas como pós secos, extratos aquosos ou orgânicos e óleos, constituindo uma alternativa aos inseticidas químicos sintéticos, principalmente pela facilidade de aplicação e rápida obtenção.

BREDA NETO (2008) estudando a ação de plantas inseticidas em relação à biologia e comportamento de *Z. subfasciatus* verificou-se que o tratamento a base de amêndoas trituradas de nim a 0,1% prolongou o ciclo de fêmeas e amêndoas trituradas de nim a 0,1% e 0,7% reduziu a massa de adultos da praga.

Com vistas aos prejuízos causados pela praga e diante da necessidade de alternativas de controle e que sejam menos tóxicas ao homem e ao meio ambiente, objetivou-se, verificar o efeito do óleo de amêndoa de nim, óleo de pinhão manso e óleo de crambe sobre a mortalidade, repelência, oviposição e parâmetros da biologia (ciclo, porcentagem de emergência e longevidade de adultos) de *Z. subfasciatus* em grãos armazenados de *P. vulgaris*.

## MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram realizados no período de dezembro de 2009 a junho de 2010 no Laboratório de Entomologia Agrícola do Instituto Federal Goiano-Campus de Urutaí, GO.

A cultivar usada no experimento foi o Pérola, colhido na Fazenda do próprio Campus. No laboratório este foi refrigerado a -18 °C por sete dias para eliminar qualquer infestação de insetos.

### Criação de *Zabrotes subfasciatus*

A fim de obter uma melhor padronização e números suficientes de insetos, os mesmos foram criados em potes de vidros com capacidade de 500 mL, contendo grãos da cultivar Bolinha, sendo que este recipiente possui a boca vedada com tela de aço de malha fina para evitar a fuga dos insetos. Esta criação foi mantida e manejada conforme a de BOIÇA JUNIOR *et al.* (2002).

### Efeito de óleos vegetais na biologia de *Zabrotes subfasciatus*

Para avaliar o efeito da aplicação de óleos vegetais na biologia de *Z. subfasciatus*, separou-se 100 ovos viáveis (sendo considerados viáveis os ovos opacos e inviáveis os translúcidos) por parcela e aplicou-se os óleos vegetais 24 horas após as oviposições. Estes foram mantidas no Laboratório de Entomologia Agrícola do Instituto Federal Goiano-Campus de Urutaí, porém em condições não controlada. Os parâmetros avaliados foram: Ciclo médio (macho, fêmea e total), número de adultos emergidos por tratamentos (macho, fêmea e total) e longevidade média (macho e fêmea).

Neste experimento o delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com seis tratamentos e cinco repetições (Tabela 1).

### Efeito de óleos vegetais na repelência de *Zabrotes subfasciatus*

Para avaliar a repelência da praga nos grãos tratados com os óleos vegetais, utilizaram-se bandejas de alumínio (30 cm de diâmetro x 5 cm de altura), forradas com

Tabela 1. Relação de óleos vegetais utilizados para o estudo do efeito na biologia e comportamento de *Zabrotes subfasciatus* em grãos armazenados de feijoeiro. Urutaí, GO, 2010

Tratamentos	Dose ou concentração <sup>1</sup>
Testemunha	-
Óleo de nim ( <i>Azadirachta indica</i> )	0,5%
Óleo de pinhão manso ( <i>Jatropha curcas</i> )	0,3%
Óleo de pinhão manso ( <i>Jatropha curcas</i> )	0,5%
Óleo de Crambe ( <i>Crambe abyssinica</i> )	0,3%
Óleo de Crambe ( <i>Crambe abyssinica</i> )	0,5%

<sup>1</sup> Peso/Peso ou volume/peso(inseticida). pesou-se os grãos e através do resultado foi calculado estas porcentagens a ser adicionadas nos grãos a serem tratados.

placas de isopor (2,5 cm de espessura). Em cada placa de isopor foram realizados 6 cortes em formatos cilíndrico, eqüidistantes entre si e distantes cerca de 2 cm da borda da bandeja. No interior destes cortes, foram dispostos os recipientes, plásticos, sem tampa, com 10 g de grãos, ficando a borda de cada recipiente na mesma altura da superfície do isopor. No centro da bandeja, foi liberado o mesmo número de casais recém emergidos para os testes anteriores. Sobreposta à bandeja, foi colocada outra bandeja com a borda invertida e de mesma dimensão e posteriormente vedadas com uma fita adesiva. Após 24 e 48 e 72 horas da liberação, contou-se o número de adultos em cada tratamento.

Neste experimento o delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com seis tratamentos e cinco repetições.

### Efeito de óleos vegetais na oviposição de *Zabrotes subfasciatus*

Para avaliar o efeito negativo dos óleos vegetais na oviposição da praga, cada parcela foi formada por um frasco plástico de 5 cm de diâmetro e 6 cm de altura, contendo 10 g do cultivar Pérola, onde foi liberado 7 casais recém emergidos de *Z. subfasciatus*, totalizando 35 casais por tratamento, após 24, 48 e 72 horas da liberação dos adultos estes foram retirados para contagem do nú-

mero de ovos. Avaliou-se também o efeito de óleos vegetais na mortalidade da praga após 24 e 48 horas da liberação dos adultos.

O experimento foi realizado em condições ambiente em delineamento experimental inteiramente casualizado com seis tratamentos e cinco repetições.

### Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, pelo teste Fisher, e quando as médias foram significativas estas foram separadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2, visualizam-se os dados referentes ao ciclo médio dos adultos, porcentagem de emergência e longevidade de adultos de *Z. subfasciatus* em grãos armazenados de feijoeiro e observa-se diferença significativa para todos os parâmetros avaliados, exceto ciclo biológico.

Dos seis tratamentos analisados, nas diferentes concentrações dos óleos vegetais, *Z. subfasciatus* sobreviveram apenas na testemunha e óleo de crambe (0,3 e 0,5%). Dentre estes tratamentos não se observaram influência em relação a duração do ciclo biológico do inseto, o qual variou de 32,60 a

Tabela 2. Ciclo médio (dias), porcentagem de emergência e longevidade de adultos (dias) de *Z. subfasciatus* em grãos armazenados de feijoeiro. Urutaí, GO, 2010

Tratamentos <sup>1</sup>	Concentração	Ciclo (dias)		Porcentagem de Emergencia			Longevidade de adultos (dias)	
		Macho	Fêmea	Macho	Fêmea	Total	Macho	Fêmea
Testemunha	–	32,70 a	33,84 a	22,40 a	27,00 a	49,40 a	2,44 a	3,86a
Óleo de nim	0,5%	0 <sup>2</sup>	0 <sup>2</sup>	0 <sup>2</sup>	0 <sup>2</sup>	0 <sup>2</sup>	0 <sup>2</sup>	0 <sup>2</sup>
Óleo de pinhão manso	0,3%	0 <sup>2</sup>	0 <sup>2</sup>	0 <sup>2</sup>	0 <sup>2</sup>	0 <sup>2</sup>	0 <sup>2</sup>	0 <sup>2</sup>
Óleo de pinhão manso	0,5%	0 <sup>2</sup>	0 <sup>2</sup>	0 <sup>2</sup>	0 <sup>2</sup>	0 <sup>2</sup>	0 <sup>2</sup>	0 <sup>2</sup>
Óleo de Crambe	0,3%	32,60 a	34,08 a	4,40 b	4,40 b	4,40 b	1,94 b	3,78 ab
Óleo de Crambe	0,5%	38,00 a	34,08 a	1,00 b	4,80 b	5,80 b	1,50 b	2,78 b
F (Trat.)	–	3,89 <sup>NS</sup>	3,99 <sup>NS</sup>	57,02 <sup>**</sup>	98,50 <sup>**</sup>	39,09 <sup>**</sup>	33,60 <sup>**</sup>	56,87 <sup>**</sup>
C.V.(%)	–	17,52	41,05	28,50	37,82	21,50	45,68	33,04

<sup>1</sup> Medida seguida pela mesma letra não difere entre si pelo teste de Tukey. <sup>\*\*</sup> Significativo a 1% de probabilidade pelo teste de Tukey e <sup>\*</sup> Significativo a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. <sup>2</sup> Todos os insetos alimentados com esses tratamento morreram (variância nula).

Tabela 3. Repelência de óleos vegetais sobre adultos de *Zabrotes subfasciatus* em grãos armazenados de feijoeiro tratado, em teste com chance de escolha. Urutaí, GO, 2010

Tratamentos <sup>1</sup>	Tempo de Avaliação								
	24 horas			48 horas			72 horas		
	Macho	Fêmea	Total	Macho	Fêmea	Total	Macho	Fêmea	Total
Testemunha	12,6 a	10,8a	23,4 a	7,6 a	10,2 a	23,4 a	11,2 a	7,4 a	18,6 a
Óleo de nim	1,2 b	2,0 c	3,2 b	0,8 c	2,2c	3,2 b	2,2 c	2,6 c	4,8 b
Óleo de pinhão manso	2,0 b	2,0 c	4,0 b	2,4 bc	3,2 c	4,0 b	4,6 b	2,8 c	7,4 b
Óleo de pinhão manso	2,2 b	4,2 b	6,4 b	4,0 bc	1,4 c	6,4 b	2,8 bc	3,4 bc	6,2 b
Óleo de Crambe	0,4 b	2,8 bc	3,2 b	4,8 bc	6,2 b	3,2 b	2,4 c	4,8 bc	7,2 b
Óleo de Crambe	1,0 b	4,2 b	5,2 b	3,2 bc	3,0 c	5,2 b	2,0 c	5,2 ab	7,2 b
F(tratamentos)	85,97 <sup>**</sup>	68,86 <sup>**</sup>	89,42 <sup>**</sup>	9,92 <sup>**</sup>	49,19 <sup>**</sup>	89,2 <sup>**</sup>	66,52 <sup>**</sup>	2,62 <sup>**</sup>	58,39 <sup>**</sup>
C.V.(%)	34,57	20,64	43,24	43,24	24,01	24,54	23,20	28,04	24,54

<sup>1</sup> Medida seguida pela mesma letra não difere entre si pelo teste de Tukey. <sup>\*\*</sup> Significativo a 1% de probabilidade pelo teste de Tukey e <sup>\*</sup> Significativo a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

38,00 dias para macho e 33,84 a 34,08 dias para fêmea, exceto para óleo de nim e óleo de pinhão manso, onde os insetos não completaram o ciclo.

Quanto à porcentagem de emergência nos tratamentos observa-se que apenas a testemunha e óleo de crambe (0,3 e 0,5%) propiciaram emergência de adultos. Comparando esses tratamentos, visualiza-se uma diferença significativa entre si apresentando valores entre 1,00 a 22,44% para machos, 4,40 a 27,00% para fêmeas. Quanto ao valor da porcentagem total de emergência de adultos de *Z. subfasciatus* este valor foi de 4,40 a 49,40%. Em relação à longevidade, a testemunha propiciou adultos mais longevos quando comparados aos óleos vegetais, exceto para o tratamento óleo de crambe a 0,3% para fêmeas.

Pelos resultados obtidos para o teste de repelência em grãos armazenados de feijoeiro tratados com diferentes óleos vegetais, com chance de escolha, nota-se diferença significativa em todas as avaliações entre os óleos vegetais e a testemunha (Tabela 3).

De maneira geral ao longo do período de avaliação, pode se afirmar que os tratamentos com os óleos vegetais exerceram forte repelência a *Z. subfasciatus* quando comparado com a testemunha, ainda sobre o teste com chance de escolha pode-se observar

que o tratamento com óleo de nim (0,5%) foi o que teve um maior efeito de repelência ao inseto, quando comparado aos demais tratamentos.

Diversos autores já constataram o efeito repelente de plantas inseticidas em pragas de grãos armazenados. MAZZONETTO Y VENDRAMIM (2003), estudando pós vegetais sobre *A. obstetecus*, observaram que em *C. ambrosioides*, folhas de *Eucalyptus citriodora*, Mirindimba (*Lafoensia glyptocarpa*), *M. pulegium*, Alfavaca (*Ocimum basilicum*), manjerição (*O. minimum*), e Cianomomo (*Melia azedarach.*), o número de insetos atraídos foram menores quando comparado com a testemunha. Efeitos repelentes também foram verificados por OLIVEIRA Y VENDRAMIM (1999), sobre adultos de *Z. subfasciatus* por óleo de nim de até 84,40% e ainda verificaram maiores repelências de óleos quando comparados com tratamentos com pós vegetais. Assim como visualizado neste trabalho, as plantas inseticidas mostram-se como uma tática interessante dentro do manejo integrado de pragas de grãos armazenados.

Na Tabela 4 em relação ao número médio de ovos de fêmeas de *Z. subfasciatus* visualiza-se um efeito de inibição e os insetos não ovipositam nos grãos de feijoeiro tratados com os óleos vegetais.

Tabela 4. Número médio de ovos por sete fêmeas obtidas em grãos armazenados de feijoeiro tratados com diferentes óleos vegetais. Urutaí, GO, 2010

Tratamentos <sup>1</sup>	Período de Avaliação		
	24 horas	48 horas	72 horas
Testemunha	5,4 a	19,2 a	72,0 a
Óleo de nim	0 b	0 b	0 b
Óleo de pinhão manso	0 b	0 b	0 b
Óleo de pinhão manso	0 b	0 b	0 b
Óleo de Crambe	0 b	0 b	0 b
Óleo de Crambe	0 b	0 b	0 b
F(tratamentos)	35,42**	107,83**	198,77**
C.V.(%)	25,84	24,47	29,61

<sup>1</sup> Medidas seguidas pela mesma letra não difere entre si pelo teste de Tukey. \*\* Significativo a 1% de probabilidade pelo teste de Tukey e \* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

O efeito da inibição da oviposição de bruchídeos já foi evidenciado por diferentes autores pelo uso de plantas inseticidas e estas podem ser usadas de diferentes formas de pós, óleos ou extratos (MAZZONETTO Y VENDRAMIM *et al.*, 2003; BALDIN *et al.* (2008) e SOUZA Y BALDIN, 2009). Estes dados evidenciam o efeito destes óleos vegetais na inibição da oviposição desta praga em grãos armazenados de feijoeiro.

Os tratamentos com óleo de nim (0,5%), óleo de pinhão manso (0,3 e (0,5%) e óleo de crambe (0,3 e 0,5%) provocaram elevado efeito tóxico aos adultos de *Z. subfasciatus*, causando a mortalidade de aproximadamente 100%, quarenta e oito horas após a aplicação (Tabela 5).

Na avaliação de vinte e quatro horas após a aplicação dos óleos vegetais, observa-se diferença significativa na mortalidade da praga tanto para macho quanto para fêmea, onde óleo de nim (0,5%) apresentou maior eficiência com mortalidade de 88,57% para macho. Para fêmea o tratamento com óleo de pinhão manso (0,5%) destacou-se com 88,57% de mortalidade, porém os óleos vegetais não diferenciam entre si para esta avaliação.

Para avaliação de quarenta e oito horas observa-se, também diferenças dos óleos vegetais em relação a testemunha e que o óleo de pinhão manso (0,3%) mostrou-se maior efi-

ciência no controle dos insetos, tanto em macho e fêmea, proporcionando um efeito residual maior no controle da praga.

De uma maneira em geral observando a elevada média de mortalidade observa-se que a morte da praga ocorre quando os grãos do feijoeiro foram tratados com os óleos vegetais.

Plantas com ação inseticida têm sido estudadas como métodos alternativos eficientes no controle de pragas de grãos armazenados, afetando de forma negativa tanto a biologia quanto o comportamento destas pragas, podendo ser usadas de diversas formas (MAZZONETTO Y VENDRAMIM *et al.*, 2003; BRITO *et al.* (2006) e SOUZA Y BALDIN, 2009).

Pelos resultados verifica-se que óleo de nim, óleo de pinhão manso e óleo de crambe são repelentes altamente tóxicos aos adultos de *Zabrotes subfasciatus*, causando a mortalidade até quarenta e oito horas depois da aplicação nos grãos de feijoeiro.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o Prof. Victor Jose Moreno pela correção do resumo na versão em Espanhol.

Tabela 5. Porcentagem média de mortalidade de *Z. subfasciatus*, em grãos armazenados de feijão *Phaseolus vulgaris* (L.) tratados com diferentes óleos vegetais. Urutaí, GO. 2010

Tratamentos <sup>1</sup>	Período de Avaliação						Média geral
	24 horas			48 horas			
	Macho	Fêmea	Media	Macho	Fêmea	Media	
Testemunha	0,00 b	8,57 b	4,28 b	2,85 a	2,85 b	2,85 b	07,05 a
Óleo de nim	88,57 a	85,71 a	87,14 a	11,43 a	14,28 ab	12,85 ab	99,95 b
Óleo de pinhão manso	60,00 a	54,28 a	57,14 a	40,00 a	40,00 a	39,99 a	97,12 b
Óleo de pinhão manso	85,71 a	88,57 a	87,14 a	14,28 a	11,43 ab	12,85 ab	99,99 b
Óleo de Crambe	62,85 a	65,71 a	64,28 a	37,14 a	34,28 a	35,71 a	99,99 b
Óleo de Crambe	85,71 a	68,57 a	77,14 a	14,28 a	31,43 ab	22,85 ab	99,99 b
F (trat.)	14,22**	12,21**	16,10**	2,92*	3,07*	3,76*	15,34**
C.V (%)	31,26	30,08	27,60	68,45	51,63	51,63	32,45

<sup>1</sup> Medida seguida pela mesma letra não difere entre si pelo teste de Tukey. \*\* Significativo a 1% de probabilidade pelo teste de Tukey e \* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

## RESUMEN

DE JESÚS, F. G., M. L. DOS SANTOS, A. F. C. M. ALMEIDA, M. V. SANTANA, L. NOGUEIRA, M. S. ARAÚJO. 2011. El uso de aceites vegetales en el control de *Zabrotes subfasciatus* (Bohemann, 1833) (Coleoptera: Bruchidae). *Bol. San. Veg. Plagas*, **37**: 19-26.

Debido a los daños que causan los plaguicidas al medio ambiente y a los productores, este trabajo tuvo como objetivo estudiar los métodos alternativos para controlar *Zabrotes subfasciatus* (Bohemann, 1833) (Coleoptera: Bruchidae) en granos de frijol almacenados, utilizando aceite de neem (*Azadirachta indica*), crambe (*Crambe abyssinica*), el aceite de pinhão manzo (*Jatropha curcas*). Para comprobar la eficiencia de los productos, las parejas de *Z. subfasciatus* se colocaron en el grano de frijol de la variedad Pérola, tratadas con diferentes concentraciones de los aceites vegetales. Los experimentos se realizaron en un diseño al azar con seis tratamientos y cinco repeticiones, y se evaluó el porcentaje de adultos emergidos, la tasa de mortalidad, la masa de adultos emergidos, el número de huevos por hembra viva, el ciclo de vida, la longevidad de los adultos y atractivo. Los aceites vegetales utilizados fueron altamente tóxicos y repelentes a los adultos de *Z. subfasciatus*, causando la muerte dentro de cuarenta y ocho horas después de la aplicación en los granos del frijol.

**Palabras clave:** *Phaseolus vulgaris*; insecticida natural de plagas en granos almacenados.

## ABSTRACT

DE JESÚS, F. G., M. L. DOS SANTOS, A. F. C. M. ALMEIDA, M. V. SANTANA, L. NOGUEIRA, M. S. ARAÚJO. 2011. Use of vegetables oils to control *Zabrotes subfasciatus* (Bohemann, 1833) (Coleoptera: Bruchidae). *Bol. San. Veg. Plagas*, **37**: 19-26.

Due to the damage that pesticides cause in the environment and producers this work aimed to study natural insecticide to control *Zabrotes subfasciatus* (Bohemann, 1833) (Coleoptera: Bruchidae) in stored grains of bean, using oil of neem (*Azadirachta indica*) oil, crambe (*Crambe abyssinica*), jatropha oil (*Jatropha curcas*). To check the efficiency of products, couples *Z. subfasciatus* grains were placed in the bean cultivar Perola treated with different doses of vegetable oils. The experiments were conducted in a randomized design with six treatments and five replicates, and evaluated the percentage of adults emerged, the mortality rate, the mass of emerged adults, the number of eggs per female alive, the life cycle, longevity and attractiveness of adult insects. With vegetable oils that were used in this study, it was found that repellents are highly toxic to adults of *Z. subfasciatus*, causing mortality up to forty-eight hours after the application.

**Key words:** *Phaseolus vulgaris*; pest of stored grain; natural insecticide.

## REFERÊNCIAS

- BALDIN, E. L. L., PEREIRA, J. M., DAL POGLIATO, M. H. F. A., CHRISTOVAM, R. S., CAETANO, A. C. 2008. Efeitos de pós vegetais sobre *Zabrotes subfasciatus* Bohemann (Coleoptera: Bruchidae) em grãos de feijão armazenado. *Bol. San. Veg. Plagas*, **34**: 177-185.
- BOIÇA JUNIOR, A. L., BOTELHO, A. C. G., TOSCANO, L. C. 2002. Comportamento de genótipos de feijoeiro ao ataque de *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) (Coleoptera: Bruchidae) em condições de laboratório. *Arquivos do Instituto Biológico*, **69**: 51-55.
- BOIÇA JUNIOR, A. L., JESUS, F. G., CARBONEL, S. A. M., PITTA, R. M., CHIORATTO, A. F. 2008. Efeito de genótipos de *Phaseolus vulgaris* associados ou não a inseticidas, no controle de *Bemisia tabaci* (Gennadius) biótipo B (Hemiptera:Aleyrodidae) e *Caliothrips phaseoli* (Hood) (Thysanoptera:Thripidae). *Bol. San. Veg. Plagas*, **34**: 27-35.
- BREDA NETO, O. A. 2008. Uso de extratos naturais no controle de *Zabrotes subfasciatus* (Bohemann, 1833) (Coleoptera: Bruchidae) em grãos de feijoeiro armazenados. 58p. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias-UNESP, Jaboticabal.
- BRITO, J. P., OLIVEIRA, J. E. M., BORTOLI, S. A. 2006. Toxicidade de óleos essenciais de *Eucalyptus* spp. sobre *Callosobruchus maculatus* (Fabr., 1775) (Coleoptera: Bruchidae). *Revista de Biologia e Ciências da Terra*, **6**: 96-103.
- GALLO, D., NAKANO, O., SILVEIRA NETO, S., BAPTISTA, G. C., BERTI FILHO, E., PARRA, J. R. P., ZUCCHI, R. A., ALVES, S. B., VENDRAMIM, J. D., MARCHINI, L. C., LOPES, J. R. S., OMOTO, C. 2002. *Entomologia Agrícola*. Piracicaba: FEALQ, 920 p.
- GUTIÉRREZ, B. A., SCHOONHOVEN, A. V. 1981. Protección su cosecha de frijol contra el ataque de los gor-

- gojos. *Palmira: Instituto Colombiano Agropecuario*, 12 p.
- JESÚS, F. G., BOIÇA JUNIOR, A. L., JANINI, J. C., SILVA, A. G., CARBONEL, S. A. M., CHIORATO, A. F. 2009. Interação de variedades, óleo de nim e inseticida no controle de *Bemisia tabaci* (Gennadius) biotipo B (Hemiptera:Aleyrodidae) e *Caliothrips phaseoli* (Hood) (Thysanoptera:Triplidae) na cultura do feijoeiro. *Bol. San. Veg. Plagas*, **35**: 491-500.
- LARA, F. M. 1991. *Princípios de resistência de plantas a insetos*. Ícone, 336 p.
- MAZZONETO, F., VENDRAMIN, J. D. 2003. Efeito de pós de origem vegetal sobre *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera: Bruchidae) em feijão armazenado. *Neotropical Entomology*, **32**: 145-149.
- OLIVEIRA, A. M., PACOVA, B. E., SUDO, S., ROCHA, A. C. M., BARCELLOS, D. F. 1979. Incidência de *Zabrotes subfasciatus* Boheman, 1833 e *Acanthoscelides obtectus* Say, 1831 (Coleoptera: Bruchidae) em diversos cultivares de feijão armazenado. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, **8**: 47-55.
- OLIVEIRA, J. V., VENDRAMIM, J. D. 1999. Repelência de óleos essenciais e pós vegetais sobre adultos de *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) (Coleoptera: Bruchidae) em sementes de feijoeiro. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, **28**: 549-555.
- ORIANI, M. A. G., LARA, F. M., BOIÇA JUNIOR, A. L. 1996. Resistência de genótipos de feijoeiro a *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) (Coleoptera: Bruchidae). *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, **25**: 213-216.
- REGO, A. F. M., VEIGA, A. F. S. L., RODRIGUES, Z. A., OLIVEIRA, M. L., REIS, O. V. 1986. Efeito da incidência de *Zabrotes subfasciatus* Boheman, 1833 (Coleoptera: Bruchidae) sobre genótipos de *Phaseolus vulgaris* L. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, **15**: 53-69.
- SOUZA, E. S., BALDIN, E. L. L. 2009. Efeito de pós de origem vegetal e de terra diatomácea sobre aspectos da biologia de *Zabrotes subfasciatus* (Boh., 1833) em feijão armazenado. *Arquivos do Instituto Biológico*, **76**: 401-408.
- VIEIRA, C., PAULA JUNIOR, T. J., BORÉM, A. 2006. *Feijão*, Viçosa: UFV, 600 p.

(Recepción: 19 julio 2010)

(Aceptación: 3 febrero 2011)

## COMUNICACIÓN

### Ocorrência de *Delphastus davidsoni* (Coleoptera: Coccinellidae) predando *Bemisia tabaci* biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae) em cultivo protegido no Brasil

E. L. L. BALDIN, E. C. SCHLICK-SOUZA, R. T. FUJIHARA, A. L. LOURENÇÃO, G. GONZÁLEZ F.

Em março de 2009 foram observados larvas e adultos da joaninha *Delphastus davidsoni* Gordon (Coleoptera: Coccinellidae) predando ovos e ninfas de *Bemisia tabaci* (Gennadius) biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae) em plantas de couve-de-folha utilizadas em criação dessa mosca-branca. Este é o primeiro relato de *D. davidsoni* predando *B. tabaci* biótipo B em plantas de couve-de-folha, limitando sua criação e revelando elevado potencial no controle biológico desse aleirodídeo para condições de cultivo protegido.

E. L. L. BALDIN, E. C. SCHLICK-SOUZA, R. T. FUJIHARA, FCA/UNESP, Departamento de Produção Vegetal, Defesa Fitossanitária, C. Postal 237, 18603-970, Botucatu, SP. e-mail: [elbaldin@fca.unesp.br](mailto:elbaldin@fca.unesp.br) (autor correspondente).

A. L. LOURENÇÃO, IAC, Setor de Entomologia, C. Postal 28, 13001-970, Campinas, SP.

G. GONZÁLEZ F. Sociedad Chilena de Entomología, Noceadal 6455, La Reina, Santiago, Chile.

**Palavras chave:** *Brassica oleraceae* var. *acephala*, couve-de-folha, mosca-branca, controle biológico.

## INTRODUÇÃO

A couve-de-folha (*Brassica oleraceae* var. *acephala*) é atacada por inúmeros insetos, como moscas-brancas, as quais provocam prejuízos de até 100% (LEITE *et al.*, 2005). Considerando-se os danos ocasionados por *Bemisia tabaci* biótipo B às lavouras agrícolas, estima-se que os prejuízos ultrapassem R\$ 10 bilhões nos principais estados brasileiros (CZEPAK, 2005).

Características biológicas e comportamentais de *B. tabaci* biótipo B facilitam o desenvolvimento de resistência aos inseticidas sintéticos dos diferentes grupos químicos (SILVA *et al.*, 2009), limitando sua efi-

ciência. Assim, o controle biológico poderia representar uma opção mais estável e duradoura no manejo dessa praga.

Na subfamília Sticholotidinae, (tribo Serangiini), encontra-se o gênero *Delphastus*, cujas espécies *D. catalinae*, *D. pallidus* e *D. pusillus* são reconhecidas por alimentarem-se de moscas-brancas (*Bemisia* sp.) (FRANK & MIZELL, 2004). *D. davidsoni* foi registrada pela primeira vez por OLIVEIRA *et al.* (2003) predando *B. tabaci* em amostras colhidas em diferentes culturas.

A correta identificação das espécies de agentes de controle biológico é essencial para assegurar a validade dos estudos biológicos e a eficácia dos ensaios. A maioria

dos estudos publicados com *D. pusillus* sobre *Bemisia* spp. se refere na verdade à *D. catalinae* (HOELMER & PICKETT, 2003). Da mesma forma, *D. pusillus* e *D. davidsoni* são muito semelhantes do ponto de vista morfológico, exigindo análise criteriosa das genitálias. Essas divergências podem gerar questionamentos quanto à validade das pesquisas disponíveis sobre esses predadores.

## MATERIAL E MÉTODOS

Em 2009, foram observadas joaninhas sobre plantas de couve-de-folha utilizadas na criação de *B. tabaci* biótipo B (Figura 1A) em Botucatu, SP, Brasil (22°53'09" S; 48°26'42" O). Adultos e larvas do coccinelídeo (Figuras 1B e 1G) alimentavam-se de ovos e ninfas da mosca-branca, reduzindo suas populações. Após a identificação da espécie como *D. davidsoni*, teve início sua criação em laboratório (T = 25 ± 2 °C, U.R. = 70 ± 10% e fotoperíodo = 12 h), visando à observação de aspectos biológicos e morfológicos desse predador sobre a presa. Utilizaram-se duas gaiolas de madeira (40 x 25 x 25 cm) revestidas em "voil" (uma para larvas e outra para adultos) contendo folhas de couve previamente infestadas com ovos e ninfas da mosca-branca.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os adultos da joaninha possuem aproximadamente 1,4 mm de comprimento; coloração amarelo-avermelhada e pronoto marrom-avermelhado escuro, excetuando-se a porção ¼ lateral, que é marrom-avermelhada pálida (Figura 1C). Cabeça e pronoto são visivelmente pontilhados, diferentemente dos élitros, cujas pontuações são brandas e menos perceptíveis (Figura 1D). O esterno abdominal V possui densa pubescência na região mediana (Figura 1E). As fêmeas são similares aos machos, exceto pela cabeça marrom-avermelhada um

pouco mais clara e o pronoto com o ¼ lateral levemente mais escuro do que no macho (GORDON, 1994).

Estes se alimentaram de ovos e ninfas da mosca-branca, preferencialmente de 3º e 4º ínstars e consumindo diariamente de 10 a 20 ovos e/ou 30 a 40 ninfas/dia. O consumo de ninfas por *D. davidsoni* é semelhante ao relatado por HOELMER *et al.* (1993) para *D. pusillus*, que observaram cerca de 35 ninfas de terceiro ínstar de *B. tabaci* biótipo B consumidas por dia. Estes autores relataram um consumo diário acima de 100 ovos da mosca-branca, superando os índices obtidos em nossas observações para *D. davidsoni*.

As fêmeas de *D. davidsoni* ovipositaram na página abaxial de folhas infestadas pela mosca-branca, com preferência àquelas localizadas no terço inferior das plantas. Os ovos são pequenos (menos de 1,0 mm), lisos, branco-translúcidos e ficam alojados sob restos de ninfas e adultos da mosca-branca. A eclosão ocorreu 3 a 4 dias após a postura, sendo a fase jovem composta por quatro ínstars. As larvas de primeiro ínstar são branco-leitosas e transparentes (Figura 1F). Conforme sofrem as ecdises, aumentam seu tamanho em até quatro vezes, tornando-se amareladas e com o corpo densamente recoberto por cerdas (Figura 1G).

As larvas não consumiram ovos do inseto, preferindo ninfas mais desenvolvidas (20 a 30 ninfas/dia). O período larval variou de 9 a 12 dias, com as larvas transformando-se em pupas que se prendem com a parte posterior do corpo às folhas da planta. Estas apresentam coloração amarelo-palha, tendo a região cefálica e o tórax numerosas cerdas longas e encurvadas (Figura 1H). Após 6 a 8 dias emergiram os adultos.

As observações revelaram grande potencial de *D. davidsoni* na predação de ovos e ninfas da mosca-branca em couve-de-folha, indicando que, se não controlado, o coccinelídeo pode inviabilizar totalmente criações de *B. tabaci* biótipo B.

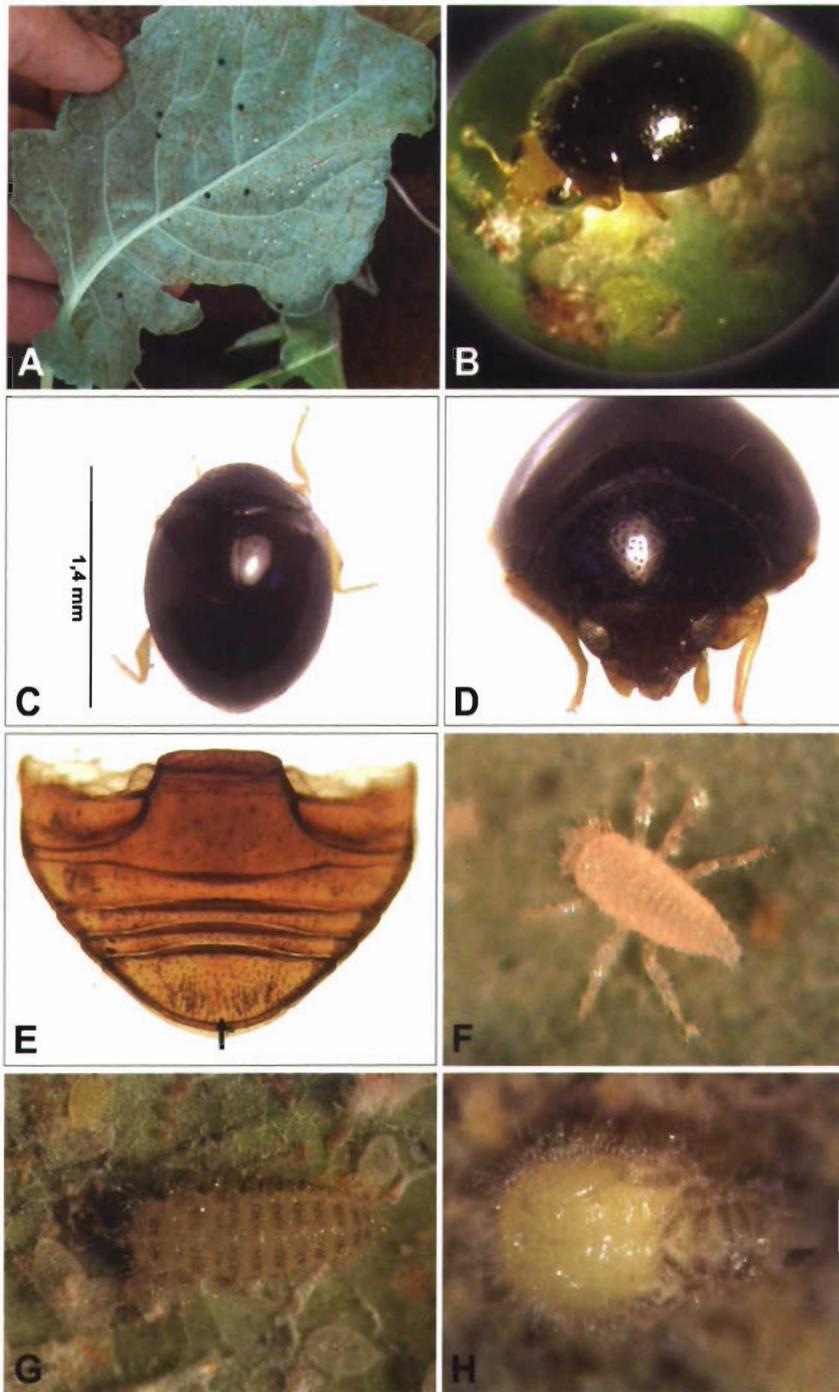


Figura 1. A e B) Adultos de *D. davidsoni* em couve-de-folha, C e D) Macho de *D. davidsoni* (vista dorsal e anterior). E) Esternos abdominais. F e G) Larvas de *D. davidsoni* de primeiro e quarto instares, respectivamente. H) Pupa de *D. davidsoni*

RESUMEN

BALDIN, E. L. L., E. C. SCHLICK-SOUZA, R. T. FUJIHARA, A. L. LOURENÇÃO, G. GONZÁLEZ F. 2011. Presencia de *Delphastus davidsoni* (Coleoptera: Coccinellidae) depredando *Bemisia tabaci* biotipo B (Hemiptera: Aleyrodidae) en cultivos protegidos en Brasil. *Bol. San. Veg. Plagas*, **37**: 27-30.

En marzo de 2009 se observaron larvas y adultos de la mariquita *Delphastus davidsoni* Gordon (Coleoptera: Coccinellidae) depredando huevos y ninfas de *Bemisia tabaci* (Gennadius) biotipo B (Hemiptera: Aleyrodidae) en las plantas de repollo utilizadas en la multiplicación de esta mosca blanca. Esta es la primera cita de *D. davidsoni* depredando *B. tabaci* biotipo B en plantas de repollo, limitando su multiplicación y mostrando un alto potencial para el control biológico de la mosca blanca en condiciones de cultivo protegido.

**Palabras clave:** *Brassica oleraceae* var. *acephala*, repollo, mosca-blanca, control biológico.

ABSTRACT

BALDIN, E. L. L., E. C. SCHLICK-SOUZA, R. T. FUJIHARA, A. L. LOURENÇÃO, G. GONZÁLEZ F. 2011. Occurrence of *Delphastus davidsoni* (Coleoptera: Coccinellidae) preying *Bemisia tabaci* biotype B (Hemiptera: Aleyrodidae) in greenhouse conditions in Brazil. *Bol. San. Veg. Plagas*, **37**: 27-30.

In March of 2009 larvae and adults from ladybug *Delphastus davidsoni* Gordon (Coleoptera: Coccinellidae) were observed preying eggs and nymphs of *Bemisia tabaci* (Gennadius) biotype B (Hemiptera: Aleyrodidae) in cabbage plants on rearing of this whitefly. This is the first report of *D. davidsoni* preying *B. tabaci* biotype B on cabbage plants, limiting the rearing and showing high potential on biological control of this aleyrodid for conditions of protected cultivation.

**Key words:** *Brassica oleraceae* var. *acephala*, cabbage, whitefly, biological control.

REFERÊNCIAS

- CZEPAK, C. 2005. Mosca-branca continua sendo séria ameaça à qualidade e produção. *Correio Agrícola*, **1**: 2-5.
- FRANK, J. H., MIZELL, R. F. 2004. Ladybirds, ladybird beetles, lady beetles, ladybugs of Florida, Coleoptera: Coccinellidae. DPI Entomology Circular 165. Disponível em: <<http://edis.ifas.ufl.edu>>. Acesso em: 28 set. 2009.
- GORDON, R. D. 1994. South American Coccinellidae (Coleoptera) part III: Taxonomic revision of the western hemisphere genus *Delphastus* Casey. *Frustula Entomol.*, **17**: 71-133.
- HOELMER, K. A., OSBORNE, L. S., YOKOMI, R. K. 1993. Reproduction and feeding behavior of *Delphastus pusillus* (Coleoptera: Coccinellidae), a predator of *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae). *J. Econ. Entomol.*, **86**: 322-329.
- HOELMER, K. A., PICKETT, C. H. 2003. Geographic origin and taxonomic history of *Delphastus* spp. (Coleoptera: Coccinellidae) in commercial culture. *Biocontrol Sci. Technol.*, **13**: 529-535.
- LEITE, G. L. D., PÍCANÇO, M., JHAM, G. N., MOREIRA, M. D. 2005. *Bemisia tabaci*, *Brevicoryne brassicae* and *Thrips tabaci* abundance on *Brassica oleracea* var. *acephala*. *Pesqui. Agropecu. Bras.*, **40** (3): 197-202.
- OLIVEIRA, M. R. V., AMANCIO, E., LAUMANN, R. A., GOMES, L. DE O. 2003. Natural enemies of *Bemisia tabaci* (Gennadius) B biotype and *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) (Hemiptera: Aleyrodidae) in Brasília, Brazil. *Neotrop. Entomol.*, **32** (1): 151-154.
- SILVA, L. D., OMOTO, C., BLEICHER, E., DOURADO, P. M. 2009. Monitoramento da suscetibilidade a inseticidas em populações de *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) no Brasil. *Neotrop. Entomol.*, **38** (1): 116-125.

(Recepción: 15 septiembre 2010)

(Aceptación: 22 octubre 2010)

## Descubierto el pulgón de la cebolla, *Neotoxoptera formosana* (Takahashi) [Hemiptera: Aphididae], en cultivos de cebolla de las Islas Canarias (España)

N. PÉREZ HIDALGO, S. PERERA GONZÁLEZ, A. CARNERO HERNÁNDEZ

Se cita por vez primera en España, concretamente en las Islas Canarias, el pulgón de la cebolla *Neotoxoptera formosana* (Takahashi) en cultivos de cebolla de la variedad "Guayonje". Se aporta además información sobre sus caracteres diagnósticos, sobre su biología y distribución, y sobre su posible confusión con otras especies.

N. PÉREZ HIDALGO. Departamento de Biodiversidad y Gestión Ambiental. Universidad de León. E-24071 León. E-mail: [nperh@unileon.es](mailto:nperh@unileon.es)

S. PERERA GONZÁLEZ. Servicio Técnico de Agricultura y Desarrollo Rural. Cabildo Insular de Tenerife. C./Alcalde Mandillo Tejera, n.º 8 - 4.º. 38007 Santa Cruz de Tenerife. Tenerife. E-mail: [sperera@tenerife.es](mailto:sperera@tenerife.es)

A. CARNERO HERNÁNDEZ. Departamento de Protección Vegetal. Instituto Canario de Investigaciones Agrarias (I.C.I.A.) Valle Guerra. Cra. El Boquerón s/n. Apdo. 60. 38270 La Laguna. Tenerife. E-mail: [a.camero@icia.es](mailto:a.camero@icia.es)

**Palabras clave:** áfidos, *Allium*, especies exóticas, especies plaga.

### INTRODUCCIÓN

El género *Neotoxoptera* agrupa a 5 ó 6 especies de pulgones muy similares al género *Myzus* que se caracterizan por presentar cornículos hinchados y venas ampliamente orladas de pigmentación (Figura 3C). Se presume que su origen se centra en la región Oriental (BLACKMAN e EASTOP, 2006) ya que en ella tres especies, *N. abeliae* Takahashi, *N. weigeliae* Lee & Seo y *N. yasumatsui* Sorin, que se encuentran restringidas al Este de la región Paleártica (Japón, Corea y Siberia) parecen desarrollar ciclos dioicos con especies de Caprifoliáceas como hospedador primario. Sin embargo, de otras tres especies *N. violae* (Pergande), *N. oliveri* (Essig) y *N. formosana* (Takahashi) se presupone que presenta ciclos enteramente anholocíclicos ya que los sexuales no se conocen, siendo además éstas las que presen-

tan una más amplia distribución en el mundo por encontrarse ligadas a cultivos, principalmente de cebollas (*Allium* spp.), y a plantas usadas en jardinería (*Viola* spp.).

Una de ellas, el pulgón de la cebolla (the onion aphid), *Neotoxoptera formosana* (Takahashi, 1921) parece que se encuentra en expansión en Europa ligada en mayor o menor medida a cultivos de cebolla (EPPO, 2005; PIRON, 2010).

### MATERIAL Y MÉTODOS

#### Material estudiado

Muestras recogidas sobre cultivos de cebolla (variedad Guayonje) en San Juan de Perales (Municipio de Tacoronte) el 12 de mayo de 2010, permiten confirmar la presencia de *Neotoxoptera formosana* en las

Islas Canarias, que ya fue observada en la misma zona y en los mismos cultivares en 2009.

Las muestras están depositadas en la colección afidológica de la Universidad de León (ICT-320) y en el laboratorio de Entomología del ICIA.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Caracteres diagnósticos

Las hembras vivíparas ápteras son de tamaño medio (1,60 a 2,30 mm), en vida presentan coloración rojo magenta o negra muy brillante (Figura 1) con la parte basal y distal de las antenas más fuertemente pigmentada, los fémures son negros excepto en la base, que son pálidos y los cornículos son oscuros pero más pálidos que el cuerpo (Figs. 2, 3). Los alados (Figura 3) son similares pero presentan una característica pigmentación a lo largo de todas las venas de las alas (Figura 3C).



Figura 1. Colonias de *Neotoxoptera formosana* (Takahashi) sobre cebolla a diferentes aumentos. Fotos de Zoilo García

### Distribución

*Neotoxoptera formosana* presenta en la actualidad una amplia distribución geográfica ligada a los cultivos de sus plantas hospedadoras (*Allium* spp.) existiendo citas en el E y SE de Asia (China, Corea, Japón, Singapur, Taiwán), África (St. Helena), Oceanía (Australia incluida Tasmania, Nueva Zelanda y Papua Nueva Guinea), América del Norte (México, USA: California, Carolina del Norte, Hawai, Nueva York, Pensilvania), Sudamérica (Argentina, Brasil, Chile y Venezuela) y América Central (Panamá) (CARVER, 1980; BLACKMAN e EASTOP, 2006; HOLMAN, 2009; QUIRÓS *et al.*, 2009).

En Europa parece ser que se conoce su presencia en Francia desde 1984 (LECLANT, 1999), aunque BLACKMAN e EASTOP (2000) sólo recogen la cita de esta especie en Finlandia en 1994 al interceptar un cargamento de cebollas procedentes de Holanda. En Italia se detecta en el año 2000 en cebollino (*Allium schoenoprasum* Regel & Tiling) en invernaderos en Oppeano (provincia de Verona) (BARBAGALLO y CIAMPOLINI, 2000), en Reino Unido en 1999 sobre cebolletas (*Allium fistulosum* L.) (CANNON *et al.*, 2000; HALSTEAD, 2000) y la última detección se realiza en 2007 en Alemania, también sobre *Allium schoenoprasum* (SCHRAMMEYER, 2008). La presencia de esta especie tanto con Finlandia como en Holanda ha sido ya totalmente confirmada atacando a especies de *Allium* (EPPO, 2005; PIRON, 2010). La cita de esta especie en la Macaronesia no debe extrañar ya que fue citada en la Isla de Madeira por AGUIAR e ILHARCO (2001).

### Daños observados

Las colonias se localizan en la base de las hojas, pero son más abundantes en el escapo y las flores (Figura 1). Los ataques se han observado sobre cebolla del segundo año para obtención de semillas; en éstas cuando el ataque es intenso, la melaza impide que la

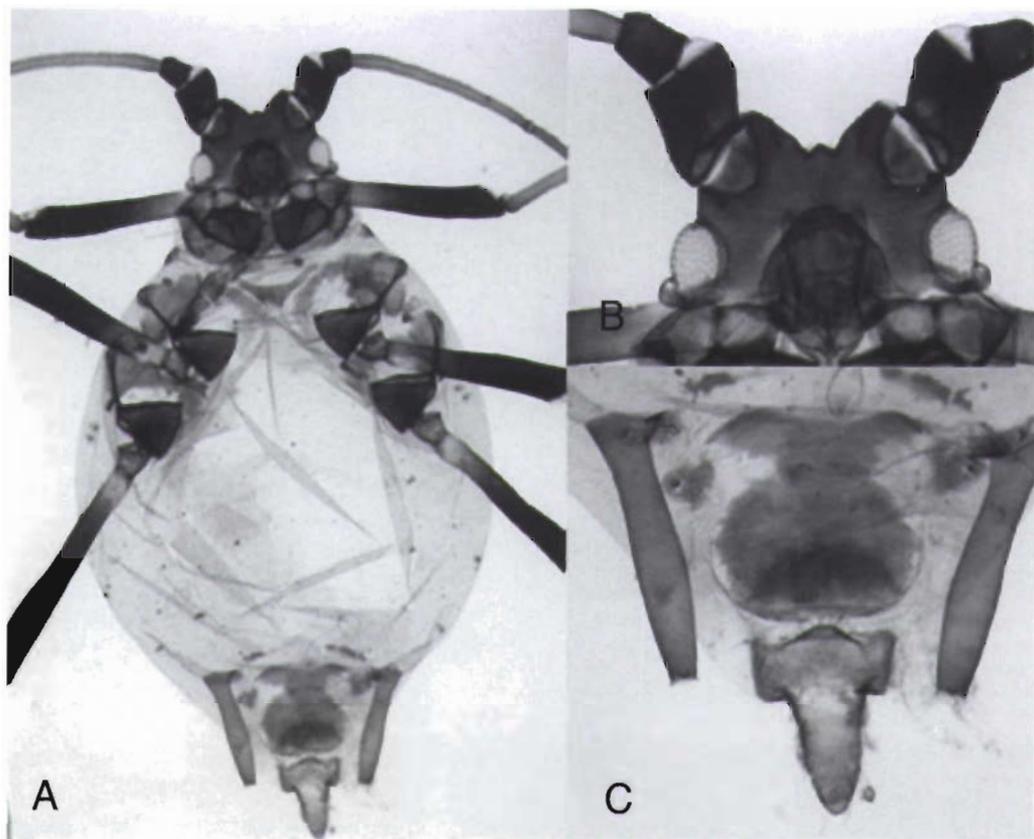


Figura 2. *Neotoxoptera formosana* (Takahashi) (hembra vivípara áptera): Hábitus (A), detalle de la cabeza y antenómeros I y II (B) y de la parte final del abdomen (C)

flor se abra con facilidad, lo que dificulta que la semilla se seque. En el cultivar estudiado se observaron abundantes coccinélidos que no consiguieron reducir las poblaciones por lo que se realizaron tratamientos con Deltametrin que no dieron buenos resultados y posteriormente se ha utilizado Pirimicarb con resultados aceptables.

Aparentemente *N. formosana* causa más daños directos por su actividad alimenticia de succión de savia, que indirectos por ser transmisor de virosis, principalmente de *Garlic latent carlavirus* (GarCLV) (SAKO *et al.*, 1990; VASICEK *et al.*, 2007). A pesar de que no existen datos sobre su importancia económica en cultivos de *Allium*, HORI y KOMATSU (1997) estudiaron la repelencia

del aceite de romero y sus componentes a este áfido y VASICEK *et al.* (2007) vienen estudiando parámetros poblacionales de esta especie y otras próximas en condiciones de laboratorio desde el año 2000.

#### Confusión con otras especies próximas

Dos especies del género *Myzus* (*M. ascalonicus* Doncaster y *M. cymbalariae* Stroyan) presentan el mismo rango de hospedadores que *Neotoxoptera formosana*, hasta el punto que pueden coexistir en las mismas plantas formando colonias mixtas (CARVER, 1980). Las hembras vivíparas aladas de las especies del género *Myzus* son claramente

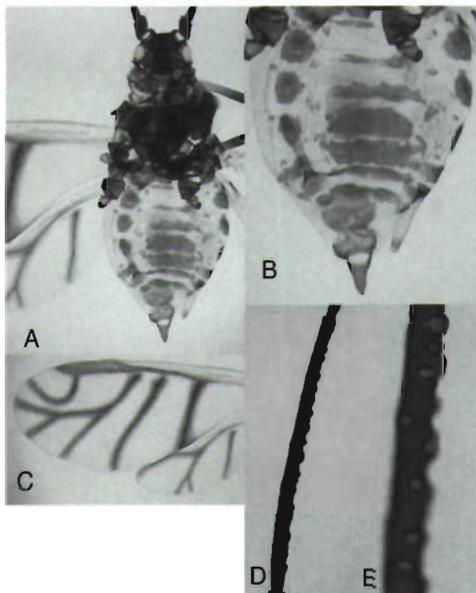


Figura 3. *Neotoxoptera formosana* (Takahashi) (hembra vivípara alada): Hábitus (A), abdomen (B), alas (C), antenómero III (D) y detalle de los sensores secundarios (E) del mismo antenómero

distinguibles de las de las especies del género *Neotoxoptera* porque carecen de venas orladas, pero las ápteras en ocasiones pueden llegar a ser confundidas. Sin embargo, la coloración marrón grisáceo a beige en vida de las hembras vivíparas ápteras de *Myzus* frente a la coloración marrón rojiza de las especies de *Neotoxoptera* permite la rápida separación en el campo. Por otra parte el antenómero III está escasamente imbricado en las especies de *Myzus* (fuertemente en *Neotoxoptera*) y el último artejo rostral lleva de 7 a 15 setas complementarias (en *Neotoxoptera* de 5 a 8). Además las ápteras de *Myzus* tienen cornículos fuertemente imbricados y éstos y la cola son relativamente más pequeños y con diferente forma que los de *Neotoxoptera* (Figura 4C) y los tubérculos frontales de las especies de *Myzus* son claramente más convergentes (Figura 4B) que los de las especies de *Neotoxoptera* (Figura 2B).

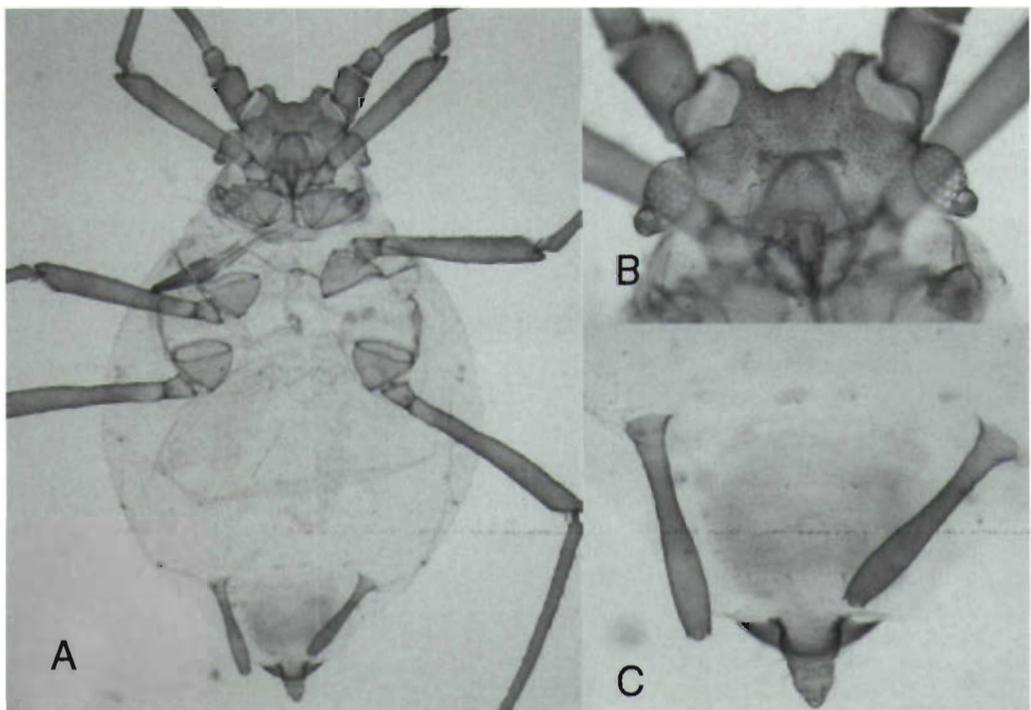


Figura 4. *Myzus ascalonicus* Doncaster (hembra vivípara áptera): Hábitus (A), detalle de la cabeza y antenómeros I y II (B) y de la parte final del abdomen (C)

## Las especies de *Neotoxoptera* presentes en Europa

Además de *N. formosana* otras dos especies de *Neotoxoptera* (*N. oliveri* y *N. violae*) están presentes en territorios europeos. La taxonomía y la biología de las tres especies han sido confusa (CARVER, 1980; BARBAGALLO y COCCUZA, 1998) y aun hoy en día requiere de más estudios. *N. violae* vive exclusivamente en especies del género *Viola* y únicamente existen citas en Italia (incluida Sicilia) y en España (provincia de Castellón e Islas Canarias, isla de la Palma) (MELIÁ, 1991; BARBAGALLO y COCCUZA, 1998; PÉREZ y OROMÍ, 2004), mientras que *N. oliveri* presenta un amplio rango de plantas hospedadoras (hasta de 14 familias botánicas), incluyendo también a especies de los géneros *Allium* y *Viola*, y sólo se conoce en el distrito portugués de Lisboa (ILHARCO, 1968, 1969), en la isla de Madeira (AGUIAR *et al.*, 1995), en Francia (HULLÉ *et al.*, 1998) y en Serbia (PETROVIĆ, 1998).

La separación entre estas especies (tanto de formas ápteras como aladas) se puede realizar mediante la siguiente clave:

1. Artejo apical del rostro de 1,00 a 1,10 veces el segundo artejo de los tarsos pos-

teriores, excepcionalmente 1,20. Cornículos de 1,85-2,25 veces la cola (en aladas 1,70-2,00) ..... *Neotoxoptera formosana*

- Artejo apical del rostro de 1,20 a 1,60 veces. Cornículos de 2,20-3,20 veces la cola (en aladas 1,90-3,00) ..... **2**
2. Cornículos 7 a 9 veces más largos que el mínimo diámetro de la región basal constreñida. Artejo apical del rostro de 1,20 a 1,40 veces el segundo artejo de los tarsos posteriores ..... *Neotoxoptera oliveri*
  - Cornículos de 10 a 15 veces más largos que el mínimo diámetro de la región basal constreñida. Artejo apical del rostro de 1,40 a 1,60 veces el segundo artejo de los tarsos posteriores .... *Neotoxoptera violae*

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a Catalina Tascón, Zoilo García y Domingo Ríos la información aportada para la elaboración de este artículo. Trabajo elaborado en el contexto del Proyecto Fauna Ibérica IX (CGL2007-66786-C08-03) financiado por el Ministerio de Educación y Ciencia.

## ABSTRACT

PÉREZ HIDALGO, N., S. PERERA GONZÁLEZ, A. CARNERO HERNÁNDEZ. 2011. The presence of the Onion Aphid (Takahashi) [Hemiptera: Aphididae] on onion crops in Canary Islands (Spain). *Bol. San. Veg. Plagas*, 37: 31-36.

The Onion Aphid, *Neotoxoptera formosana* (Takahashi), is recorded for the first time in Spain, specifically in Canary Islands, on onion crops of the variety "Guayonje". Information about diagnostic characters, biology and distribution, and its possible confusion with other species is also presented.

**Key words:** *Allium*, aphids, invasive species.

## REFERENCIAS

AGUIAR, A. M. F., ILHARCO, F. A. 2001. Aphids (Homoptera: Aphidoidea) from Madeira Island – New records and corrections. *Bol. San. Veg. Plagas*, 27 (3): 323-336.

AGUIAR, A. M. F., PITA, M.T., ILHARCO, F. A. 1995. Additions to the aphid fauna (Homoptera: Aphidoidea) of the Archipelago of Madeira. In: *Avances en Entomología Ibérica* (Comite Editorial, Eds.): 191-

202. Museo de Ciencias Naturales (CSIC) y Universidad Autónoma de Madrid. Madrid.
- BARBAGALLO, S., CIAMPOLINI, M. 2000. Rinvenimento in Italia dell'afide Della cipolla, *Neotoxoptera formosana* (Takahashi). *Bollettino di Zoologia agraria e di Bachicoltura* (Serie II), **32** (3): 245-258.
- BARBAGALLO, S., COCUZZA, G. E. 1998. Sulla presenza in Sicilia dell'afide *Neotoxoptera violae* (Pergande). *Bollettino di Zoologia agraria e di Bachicoltura*. (Serie II), **30** (2): 321-326.
- BLACKMAN, R. L., EASTOP, V. F. 2000. *Aphids on the World's Crops. An identification guide (second edition)*. J. Wiley & Sons. Chichester. 8 + 466 pp.
- BLACKMAN, R. L., EASTOP, V. F. 2006. *Aphids on the World's Herbaceous Plants and Shrubs. (Volume 1 Host Lists and Keys / Volume 2 The aphids)*. J. Wiley & Sons. Chichester. 8 + 1439 pp.
- CANNON, R. J. C., HAMMON, R., BARTLETT, P. 2000. The onion aphid *Neotoxoptera formosana*. *CSL Plant Pest Notice*, **29**.
- CARVER, M. 1980. *Neotoxoptera* Theobald and *Pterocallis* Passerini (Homoptera: Aphididae) in Australia. *Journal of the Australian Entomology Society*, **19**: 139-142.
- EPPO 2005. *Neotoxoptera formosana* (Homoptera: Aphididae): Onion Aphid. [http://www.eppo.org/QUARANTINE/Alert\\_List/detected%20files/insects/Neotoxoptera\\_formosana.doc](http://www.eppo.org/QUARANTINE/Alert_List/detected%20files/insects/Neotoxoptera_formosana.doc). Fecha de consulta: 6-10-2010.
- HALSTEAD, A. J. 2000. An onion aphid, *Neotoxoptera formosana* (Takahashi) (Hemiptera: Aphididae), new to Britain. *British Journal of Entomology & Natural History*, **13** (2): 94.
- HOLMAN, J. 2009. *Host plant catalog of aphids – Palaearctic Region*. Springer Science + Business Media B.V. České Budějovice. 1216 pp.
- HORI, M., KOMATSU, H. 1997. Repellency of rosemary oil and its components against the onion aphid, *Neotoxoptera formosana*. *Applied Entomology and Zoology (Tokio)*, **32** (2): 303-310.
- HULLÉ, M., RENOUST, M., TURPEAU, E. 1998. New aphid species detected by permanent aerial sampling programmes in France. In: *Aphids in natural and managed ecosystems* (Nieto Nafria, J. M. & Dixon, A.F.G. eds.): 365-369. Universidad de León (Secretariado de Publicaciones). León.
- ILHARCO, F. A. 1968. Algumas correções e adições à lista de afídeos de Portugal Continental III parte. *Agronomia Lusitana*, **29** (4): 247-265.
- ILHARCO, F. A. 1969. Algumas correções e adições à lista de afídeos de Portugal continental IV parte (Homoptera-Aphidoidea). *Agronomia Lusitana*, **30**: 23-34.
- LECLANT, F. 1999. *Les pucerons des plantes cultivées. Clefs d'identification. II-Cultures maraîchères*. INRA Editions. Paris. 98 pp.
- MELIÁ, A. 1991. Presencia en España de *Aphis violae* Schouteden y *Neotoxoptera violae* Pergande (Homoptera, Aphididae) sobre *Viola odorata* L. *Bol. San. Veg. Plagas*, **17**: 537-343.
- PÉREZ, N., OROMÍ, P. 2004. Hemiptera: Aphididae. En: Izquierdo, I., Martín, J. L., Zurita, N., Arechavaleta, M. (Eds.) Lista de especies silvestres de Canarias (hongos, plantas y animales terrestres) 2004. 193-195. Consejería de Medio Ambiente y Ordenación Territorial, Gobierno de Canarias. La Laguna, Santa Cruz de Tenerife.
- PETROVIĆ, O. 1998. Check-list of aphids (Homoptera: Aphididae) in Serbia. *Acta Entomologica Serbica*, **3** (1/2): 9-42.
- PIRON, P. G. M. 2010. Appearance of *Neotoxoptera formosana* (Homoptera: Aphididae) in The Netherlands. *Entomologische berichten*, **70** (1): 10-12.
- QUIRÓS, D. I., REMAUDIÈRE, G., NIETO NAFRÍA, J. M. 2009. Contribución al conocimiento de Aphididae y Phylloxeridae (Hemiptera: Sternorrhyncha) de Panamá. *Neotropical Entomology*, **38** (6): 791-800.
- SAKO, I., TANIGUCHI, T., OSAKI, T., INOUE, T. 1990. Transmission and translocation of garlic latent virus in rakkyo (*Allium chinense* G. Don). *Proceedings of the Kansai Plant Protection Society*, **32**: 21-27.
- SCHRAMEYER, K. 2008. Blattläuse auch bei *Allium*-Arten. *Gemüse*, **2/2008**: 24-25.
- VASICEK, A., LA ROSSA, F. R., PAGLIONI, A., LANATI, S., LÓPEZ, M. 2007. Funcionalidad biológica y poblacional de *Neotoxoptera formosana* (Takahashi) (Hemiptera: Aphididae) sobre siete cultivares de ajo (*Allium sativum* L.) en condiciones de laboratorio. *Bol. San. Veg. Plagas*, **33**: 325-331.

Recepción: 7 octubre 2010  
 Aceptación: 17 enero de 2011

## Primera cita en España de *Psyllaephagus bliteus* Riek (Hymenoptera, Encyrtidae), parasitoide de *Glycaspis brimblecombei* Moore (Homoptera, Psyllidae)

R. PÉREZ-OTERO, P. BORRAJO, J. P. MANSILLA, F. RUIZ

En el presente trabajo se cita por primera vez en España la presencia de *Psyllaephagus bliteus* Riek (Hymenoptera, Encyrtidae), parasitoide específico de *Glycaspis brimblecombei* Moore (Homoptera, Psyllidae) en la provincia de Huelva (SO España). Este insecto australiano es utilizado como controlador biológico del psílido en diversos países obteniéndose muy buenos resultados.

J. P. MANSILLA, R. PÉREZ-OTERO, Estación Fitopatológica do Arceiro, Deputación de Pontevedra. Subida a la Robleda s/n, 36153 Pontevedra.

P. BORRAJO, F. RUIZ, Centro de Investigación Forestal de ENCE, Crtra. A-5000, km 7.5, 21007 Huelva.

**Palabras clave:** Control Biológico, eucalipto, Huelva, psílido.

### INTRODUCCIÓN

*Glycaspis brimblecombei* Moore es un psílido que ataca a diferentes especies de eucalipto, en especial a los denominados "eucaliptos rojos" como *Eucalyptus camaldulensis* Dehnhardt, *E. tereticornis* Smith, *E. grandis* W. Hill ex Maiden, *E. dealbata* A. Cunn. ex Schauer o *E. urophylla* S.T. Blake. Esta plaga ha sido detectada en España desde septiembre de 2007 en Extremadura y Andalucía sobre *E. camaldulensis*, *E. alba* Reinw. ex Bl., *E. punctata* DC. y *E. globulus* Labill (HURTADO y REINA, 2008; BORRAJO *et al.*, 2009), habiéndose citado también su presencia en la Comunidad Valenciana (PRIETO-LILLO *et al.*, 2009). *Glycaspis brimblecombei* succiona la savia de las hojas, especialmente de las más tiernas, tanto en estado adulto como ninfal. Las ninfas están protegidas por una cubierta cónica ("lerp") compuesta básicamente de una se-

creción azucarada cristalizada muy característica; segregan abundante melaza que induce la instalación de hongos de fumagina sobre las hojas. Como consecuencia, se produce reducción del crecimiento, defoliación, mortalidad de ramas e incluso del árbol completo. En plantaciones comerciales, las consecuencias pueden traducirse en la reducción del crecimiento en diámetro y altura, la prolongación de la edad de cosecha y, por supuesto, un aumento en los costes de producción (SAG, 2006). Según estimaciones realizadas en California, esta plaga puede ocasionar la muerte del 15% de los eucaliptos atacados en un primer año y del orden del 30 al 40% en el segundo año de infestación (GARRISON, 1999; DAHLSTEN y RONEY, 2002). Además, la pérdida de vigor favorece el ataque de otras plagas oportunistas, lo que incrementa el daño.

*E. camaldulensis* es una especie de interés como productor de biomasa forestal.

Además, está presente en algunos parques y jardines de la Península Ibérica como árbol ornamental. Debido a la trascendencia que, al menos a nivel local, podría llevar asociado el ataque del psílido sobre esta especie forestal nos planteamos, al amparo de un convenio establecido entre la Diputación de Pontevedra y el Grupo Empresarial Ence, estudiar las posibilidades de control de esta plaga. Nuestro objetivo era centrarnos en el control biológico, por lo que nos habíamos propuesto la importación del parasitoide *Psyllaephagus bliteus* Riek, que es específico de *G. brimblecombei* (PAINE *et al.*, 2000; DAANE *et al.*, 2005; FERREIRA *et al.*, 2008) y con el que se han alcanzado muy buenos resultados (PAINE *et al.*, 2000). De hecho, se está utilizando en numerosos países del continente americano para la lucha frente a la plaga: en USA (California), desde 1999, importando el encírtido directamente de Australia; en Méjico, donde importaron el parasitoide desde California (TOVAR, 2003) o en Chile, donde el parasitoide fue introducido desde Méjico (SAG, 2006).

El modo de actuación de *P. bliteus* no difiere del de otros parasitoides de estadios inmaduros. En este caso, las hembras depositan los huevos en el abdomen de las ninfas de *G. brimblecombei*, preferentemente en las de tercer y cuarto estadio, aunque se ha comprobado que es capaz de parasitar todos los estadios (DAANE *et al.*, 2005). El tiempo de desarrollo del encírtido está fuertemente influenciado por las temperaturas, variando en función de las mismas entre 16 y 41 días (PLASCENCIA *et al.*, 2005).

## MATERIAL Y MÉTODOS

Durante 2009 iniciamos los trámites para la importación del encírtido de cara a su cría en cautividad. Aún así, dada la rápida expansión de *G. brimblecombei* en la provincia de Huelva, se pensó en la posibilidad de

que *P. bliteus* estuviese presente en la zona de forma espontánea, por lo que, desde la detección del psílido en 2008, comenzamos un muestreo con objeto de esclarecer dicha hipótesis.

En agosto de 2010 recibimos en la Estación Fitopatológica do Areeiro muestras de hojas de *E. camaldulensis* procedentes del Centro de Investigación Forestal de Ence en Huelva. Las muestras contenían distintos estados ninfales de *G. brimblecombei* con orificios de emergencia de un parasitoide y varios individuos muertos del mismo. La determinación de estos individuos se realizó en Areeiro, desde donde también se enviaron ejemplares al Laboratorio de Referencia de Artrópodos.

Paralelamente, se inició una prospección exhaustiva en la provincia de Huelva en diversas fincas del Grupo Empresarial Ence, S. A. para determinar la dispersión y los niveles de presencia del parasitoide en la zona. Los lugares de muestreo fueron seleccionados en masas o rodales de *E. camaldulensis* con elevada presencia de *G. brimblecombei*, intentando abarcar el mayor ámbito geográfico a nivel provincial. En cada uno de los 10 lugares seleccionados se recolectó una muestra compuesta por 10 ramillos de 1 m de longitud con presencia de estadios ninfales de *G. brimblecombei*. Dichas muestras fueron trasladadas al laboratorio para su examen. A partir de estas muestras se determinaron:

- Número de ninfas muestreadas.
- Número de adultos del parasitoide.
- Número de conos ninfales con orificio de emergencia.
- Número de momias.

A partir de las variables anteriores se ha estimado el nivel de parasitismo de cada muestra como el cociente entre número de ninfas parasitadas ( $n^{\circ}$  de conos ninfales con emergencia +  $n^{\circ}$  de momias) y el total de ninfas muestreadas.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La identificación de los parasitoides en Areiro, que ha sido confirmada por el Laboratorio de Referencia, reveló que se trata del encírtido *Psyllaephagus bliteus*.

Los adultos de *Psyllaephagus bliteus* son de color verde oscuro metálico, con las patas de un tono amarillento-cremoso. Miden en torno a 2 mm de longitud: los ejemplares recibidos miden de 1.7 a 2.24 mm, correspondiendo los valores más elevados a las hembras, que además presentan el ovipositor claramente visible al final del abdomen. Las alas, hialinas y con setas, presentan únicamente una nervadura marginal y un estigma en forma de gancho. Las

antenas son geniculadas; en la hembra presentan artejos pubescentes de color oscuro con el pedicelo largo, mientras que en los machos son de la misma tonalidad que las patas, menos pubescentes y con el pedicelo corto y engrosado distalmente.

La prospección efectuada en las fincas de de *E. camaldulensis* de Ence en Huelva confirmó la presencia del beneficioso en todas ellas. Detalles sobre estas localizaciones y los estadios encontrados en cada una de ellas se resumen en el Cuadro 1.

Salvo en dos localizaciones estudiadas, los porcentajes de parasitismo (Cuadro 2) son relativamente bajos, lo cual parece indicar que la introducción es reciente. En



Figura 1. Hembra (superior) y macho (inferior) de *Psyllaephagus bliteus*

Cuadro 1. Localizaciones con presencia de *Psyllaephagus bliteus* en diferentes fincas de la empresa Ence en la provincia de Huelva

Fecha	Lugar	T.M. (provincia)	Latitud N	Longitud W	Especie	Estadio
Julio'10	Vivero	San Juan del Puerto (Huelva)	37°18'15''	6°52'17''	E. camaldulensis E. globulus	Momias e imagos
Julio'10	Purchena	Berrocal/Almonte (Huelva)	37°21'28''	6°26'11''	E. globulus	Momias e imagos
Julio'10	Coín	Berrocal/Almonte (Huelva)	37°15'7''	6°49'38''	E. globulus	Momias e imagos
Julio'10	Balufo	Lucena (Huelva)	37°18'22''	6°47'42''	E. camaldulensis	Momias e imagos
Septiembre'10	Sierra y Alamillo	El Cerro del Andévalo (Huelva)	37°36'20''	6°53'76''	E. camaldulensis	Momias e imagos

Cuadro 2. Resumen de resultados del muestreo

Fecha	Punto de muestreo	Lugar	Latitud N	Longitud W	Altitud (m)	Nº de ninfas muestreadas	Nº de adultos de <i>P. bliteus</i>	Nº de conos ninfales con orificio de emergencia	Nº de momias	Nivel de parasitismo
28/09/10	1	Vaquerizas	37°14'38''	6°39'50''	106	55	1	0	3	0,05
28/09/10	2	El Algarrobo	37°16'33''	6°26'54''	86	25	0	0	3	0,12
28/09/10	3	Mingallete	37°17'35''	6°38'33''	111	50	0	0	4	0,08
28/09/10	4	Balufo	37°18'20''	6°48'06''	4	40	0	0	3	0,08
28/09/10	5	Crtra. Gibrleón-Cartaya	37°22'49''	6°58'58''	34	52	0	2	2	0,08
28/09/10	6	Crtra. Cangrejas	37°25'21''	7°06'25''	152	58	2	9	11	0,34
28/09/10	7	Alosno	37°33'04''	7°07'06''	181	58	0	3	1	0,07
28/09/10	8	Valverde	37°33'50''	6°45'06''	289	55	0	13	3	0,29
28/09/10	9	Crtra. Calañas-Sotiel	37°36'03''	6°50'33''	114	50	0	1	2	0,06
28/09/10	10	Las Cruces	37°37'47''	7°01'24''	117	40	0	1	0	0,03

experiencias de liberación llevadas a cabo en otros países, también la presencia de *P. bliteus* es baja al principio y, según localizaciones, errática después (DAHLSTEN *et al.*, 2002; SAG, 2006), lo que habrá que comprobar en nuestra zona. No obstante,

hay que considerar que el parasitismo presentado se ha calculado a partir del total de ninfas muestreadas sin hacer distinción entre estadios y que proceden únicamente de muestras recogidas en un período muy concreto.



Figura 2. *Psyllaephagus bliteus*: antena del macho (sup.) y de la hembra (inf.)

Al confirmarse que el encítido está presente en el 100% de las muestras analizadas

a partir de septiembre, y a que la prospección continúa en marcha, de momento se ha pospuesto su importación. Entre tanto, se espera confirmar el establecimiento de *P. bliteus* y conocer su distribución real. Paralelamente, se estudiará la presencia de depredadores autóctonos en torno a las poblaciones del psílido, ya que existen referencias de que cuando coexiste *P. bliteus* con antócóridos como *Anthocoris nemoralis* Fabricius, se registra una elevada mortalidad de huéspedes parasitados (ERBILGIN *et al.*, 2004), lo cual podría reducir la eficiencia del control.



Figura 1. Mapa de localización de los puntos de muestreo



Figura 4. Momia de *Glycaspis brimblecombei*

#### ABSTRACT

PÉREZ-OTERO, R., P. BORRAJO, J. P. MANSILLA, F. RUIZ. 2011. First report of occurrence of *Psyllaephagus bliteus* Riek (Hymenoptera, Encyrtidae) in Spain. *Bol. San. Veg. Plagas*, **37**: 37-44.

This work is the first report on the occurrence in Spain of *Psyllaephagus bliteus* Riek (Hymenoptera, Encyrtidae) an specific parasitoid of *Glycaspis brimblecombei* Moore (Homoptera, Psyllidae) in the province of Huelva (SW Spain). The parasitoid is native from Australia and is being used as biological control agent of the suck psyllid in many countries.

**Key words:** Biological Control, eucalypt, Huelva, psyllid.

#### REFERENCIAS

BORRAJO, P., LÓPEZ, G., RUIZ, F. 2009. Primera cita de *Glycaspis brimblecombei* Moore (Homoptera, Psyllidae) en el SO de España. *Bol. San. Veg. Plagas*, **35**: 355-361.

DAANE, K. M., SIME, K. R., DAHLSTEN, D. L., ANDREWS, J. W., ZUPARKO, R. L. 2005. The biology of *Psyllaephagus bliteus* Riek (Hymenoptera: Encyrtidae), a parasitoid of the red gum lerp psyllid



Figura 5. Izq., ninfa de *Glycaspis brimblecombei* parasitada por *Psyllaephagus bliteus*. Dcha., ninfa no parasitada

- (Hemiptera: Psylloidea). *Biological Control*, **32**: 228-235.
- DAHLSTEN D. L., ROWNEY D. 2002. The redgum lerp psyllid, a new pest of *Eucalyptus* species in California. Disponible desde Internet en: <http://www.cnr.nature.berkeley.edu/biocon/dahste/rglp/index.htm>. [con acceso: 2 septiembre 2010].
- DAHLSTEN D. L., ROWNEY, D. L., ROBB, K. L., DOWNER, J. A., SHAW, D. A., KABASHIMA, J. N. 2002. Biological control of introduced psyllids on eucalyptus. *1st International Symposium on Biological Control of Arthropods*. Honolulu, Hawaii, USA. 14-18 enero 2002: 356-361.
- ERBILGIN, N., DAHLSTEN, D. L., CHEN, P. Y. 2004. Intraguild interactions between generalist predators and an introduced parasitoid of *Glycaspis brimblecombei* (Homoptera: Psylloidea). *Biological Control*, **31** (3): 329-337.
- FERREIRA FILHO, P. J., WILCKEN, C. F., DE OLIVEIRA, N. C., FERREIRA DO AMARAL DAL POGETTO, M. E., COUTINHO VIANNA LIMA, A. 2008. Dinâmica populacional do psílideo-de-concha *Glycaspis brimblecombei* (Moore, 1964) (Hemiptera: Psyllidae) e de seu parasitóide *Psyllaephagus bliteus* (Hymenoptera: Encyrtidae) em floresta de *Eucalyptus camaldulensis*. *Ciencia Rural*, **38** (8): 2.109-2.114.
- GARRISON, W. 1999. New Agricultural Pest for Southern California Redgum Lerp Psyllid. *Glycaspis brimblecombei*. Los Angeles County Agricultural Commissioner's Office. Disponible en: <http://www.ci.manhattan-beach.ca.us/pubworks/lerp/rosser.html>. [con acceso: 2 septiembre 2010].
- HURTADO HERNÁNDEZ, A., REINA BELINCHÓN, I. 2008. Primera cita para Europa de "*Glycaspis brimblecombei*" Moore (Hemiptera: Psyllidae), una nueva plaga del Eucalipto. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa*, **43** (2008): 447-449.
- PAINE, T. D., DAHLSTEN, D. L., MILLAR, J. G., HODDLE, M. S., HANKS, L. M. 2000. UC scientists apply IPM techniques to new eucalyptus pests. *California Agriculture*, **54**: 8-13.
- PLASENCIA-GONZÁLEZ, A., CIBRIÁN-TOVAR, D., LLANDERAL-CÁZARES, C., LÓPEZ-PÉREZ, I., ARRIOLA-PADILLA, V. 2005. Biología del parasitóide *Psyllaephagus bliteus* (Hymenoptera: Encyrtidae). *Re-*

- vista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, **11**: 11-17.
- PRIETO-LILLO, E., RUEDA, J., HERNÁNDEZ, R., SELFA, J. 2009. Primer registro del psílido rojo del eucalipto, *Glycaspis brimblecombei* (Homoptera: Psyllidae), en la Comunidad Valenciana. *Bol. San. Veg. Plagas*, **35**: 277-281.
- SAG. SERVICIO AGRÍCOLA Y GANADERO. MINISTERIO DE AGRICULTURA. GOBIERNO DE CHILE, 2006. Detección y control biológico de *Glycaspis brimblecombei* Moore (Homoptera: Psyllidae). 32 pp.
- TOVAR, C. 2003. Control biológico de *Glycaspis brimblecombei* mediante el parasitoide *Psyllaephagus bliteus*. In *Proceedings of the 1st Joint Meeting of the 12th National Symposium on Forest Parasites and the 54th Eastern Forest Insect Work Conference*. Guadalajara, México. 3-6. November 2003, p. 31.

(Recepción: 2 noviembre 2010)

(Aceptación: 24 febrero 2011)

## Controle de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) e *Helicoverpa zea* (Boddie, 1850) em plantas de milho tratadas com extratos vegetais em dois intervalos de pulverização

C. K. L. SOUZA, A. B. SILVA, E. B. BESERRA, J. P. DANTAS

Avaliou-se o efeito da aplicação de extratos vegetais sobre as populações de *Spodoptera frugiperda* e *Helicoverpa zea* e os danos na cultura do milho. Os testes foram realizados em uma área de 500 m<sup>2</sup> com solo arenoso, plantada com a variedade 'São José' em espaçamento de 0,40 x 0,40 m. Os tratamentos foram: 1) Extrato de casca de faveleira (150 ml/4 L de água), 2) Extrato de melão de São Cetano (250 ml/10 L de água), 3) Óleo de neem (20 ml/4 L de água), 4) Folisuper (15 ml/5 L de água), aplicados em intervalos de 4 e 8 dias, e um controle tratado com água. Os efeitos sobre as populações de pragas e os danos são independentes do intervalo de aplicação dos tratamentos. No entanto houve diferenças significativas entre os produtos, tanto na média do número de lagartas coletadas como na porcentagem média de dano, resultando no Folisuper como o único eficaz. Não houve diferença significativa no número médio de ovos coletados, na viabilidade, no número e na porcentagem de ovos parasitados por *H. zea*, nem entre os intervalos de aplicação e nem entre os produtos. Também não houve diferenças significativas entre os produtos e nos danos causados por *H. zea*, comprimento da espiga, diâmetro da espiga, peso da espiga com grãos e peso de 100 grãos.

C. K. L. SOUZA, E. B. BESERRA. Departamento de Biologia, Centro de Ciências Biológicas, CCBS, Universidade Estadual da Paraíba, UEPB, Rua Juvêncio Arruda s/n, Bodocongó, 58109-753, Campina Grande, PB.

A. B. SILVA. Departamento de Fitotecnia/CCA/UEPB - Campus II, Areia - PB. CEP 58.397-000.

J. P. DANTAS. Departamento de Química, Centro de Ciências e Tecnologia, CCT, Universidade Estadual da Paraíba, UEPB, Rua Juvêncio Arruda s/n, Bodocongó, 58109-753, Campina Grande, PB. E-mail: [klaytonbio@hotmail.com](mailto:klaytonbio@hotmail.com), [silva.aldeni@hotmail.com](mailto:silva.aldeni@hotmail.com), [ebeserra@uol.com.br](mailto:ebeserra@uol.com.br), [gpcnpq@terra.com.br](mailto:gpcnpq@terra.com.br)

**Palavras-chave:** Lagarta-do-cartucho, lagarta da espiga, *Zea mays*, controle alternativo.

## INTRODUÇÃO

O milho é produzido em quase todos os continentes, sendo sua importância econômica caracterizada pelas diversas formas de sua utilização, que vão desde a alimentação animal até a indústria de alta tecnologia, como a produção de filmes e embalagens

biodegradáveis. Cerca de 70% da produção mundial de milho é destinada à alimentação animal, podendo este percentual chegar a 85%, em países desenvolvidos. Em termos gerais, apenas 15% de toda a produção mundial destina-se ao consumo humano, de forma direta ou indireta (PAES, 2006).

O Brasil é um país cujo grande potencial de produção de grãos ainda não foi plenamente explorado. O milho é a cultura mais amplamente difundida e cultivada, pois se adapta aos mais diferentes ecossistemas. Ela ocupa, em todo o território nacional, cerca de 12 milhões de hectares, com uma produção anual média em torno de 40 milhões de toneladas, concentrada nos estados de Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Goiás, Minas Gerais, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, que respondem por cerca de 98% da produção nacional. Embora seja uma cultura apropriada ao uso de alta tecnologia e com potencial para produzir acima de 16 t/ha, predomina o uso de tecnologia de baixo investimento, o que tem mantido a produtividade média nacional em torno de 2,5 t/há (SANTOS, 2006).

*Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) é uma das pragas mais importantes da cultura do milho, no Brasil, gerando perdas na produção que podem exceder a 30% (CRUZ *et al.*, 1996; BESERRA *et al.*, 2003). A capacidade de dano de *S. frugiperda* é influenciada pelo estado fisiológico da planta e pelo clima, ocorrendo ataque em todos os estágios de desenvolvimento do milho (SILVA *et al.*, 2008).

*Helicoverpa zea* constitui-se em uma das pragas mais importantes pela sua ocorrência endêmica e pela dificuldade de seu controle. Além de seus danos diretos, que podem chegar a 8%, causa danos indiretos pela abertura da espiga facilitando a entrada de outras pragas, umidade e fungos causadores de podridões (WAQUIL, 2007), e no caso do milho para consumo "in natura", a injúria causada pela lagarta compromete a comercialização da espiga (CRUZ *et al.*, 1987; SILVA & BASTISTA, 2008; FREITAS *et al.*, 2010).

O controle da *S. frugiperda* e *H. zea* tem sido realizado com agrotóxicos, geralmente de custo elevado, com altos riscos de toxicidade e de contaminação ambiental (VIANA & PRATES, 2003). O uso desses agrotóxicos vem sendo reduzido, pois, na maioria das vezes, ocasionam o desenvolvimento de populações resistentes do inseto, o apareci-

mento de novas pragas ou a ressurgência de outras, ocorrência de desequilíbrio biológico, além de efeitos prejudiciais ao homem e outros animais (Kogan, 1998), fazendo-se, portanto, necessário à busca de alternativas que minimizem os efeitos adversos dos agrotóxicos sobre o meio ambiente (SILVA *et al.*, 2009).

Uma estratégia viável para a redução das populações de insetos-pragas é o uso de extratos de plantas, associados a outros métodos de controle, uma vez que sistemas auto-sustentáveis de produção requerem metodologias menos agressivas que, preferencialmente, sejam parte do agroecossistema e, assim, mais duradouras (CAVALCANTE *et al.*, 2006).

Extratos botânicos apresentam algumas vantagens sobre pesticidas sintéticos, tais como: oferecer novos compostos que as pragas ainda não podem inativar; menos concentrados e, portanto, potencialmente menos tóxicos do que compostos puros; biodegradação rápida e múltiplos modos de ação, tornando possível um amplo espectro de uso enquanto retêm uma ação seletiva dentro de cada classe de praga. Ademais, são derivados de recursos renováveis, diferentemente dos materiais sintéticos (QUARLES, 1992; ALMEIDA *et al.* 2004).

Este trabalho teve por objetivo avaliar o efeito da utilização de extratos vegetais em dois intervalos de pulverização, 4 e 8 dias, sobre a população e dano de *S. frugiperda* e *H. zea* em milho.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Avaliação em campo

A pesquisa foi realizada na Escola Agrícola "Assis Chateaubriand", localizada no município de Lagoa Seca, PB, e no Laboratório de Entomologia do Núcleo de Manejo Integrado de Pragas, em Campina Grande, pertencentes à Universidade Estadual da Paraíba. O plantio de milho, cultivar São José, foi realizado em uma área de 500 m<sup>2</sup>, em solo tipo areno/arenoso, e espaçamento de

0,40 m x 0,40 m. Cada cova recebeu uma adubação a base de ½ litro de cama de galinha e um litro de esterco bovino, duas sementes com potencial de germinação mínimo de 85%, e foram irrigadas por aspersão três vezes por semana. Nove dias após o plantio, foi realizado um replantio naquelas covas onde foi constatada a não emergência das plantas. O experimento foi montado considerando-se o delineamento em blocos casualizados com parcelas subdivididas para receber a aplicação dos extratos vegetais em dois intervalos de pulverização, 4 e 8 dias. As subparcelas eram espaçadas por uma

faixa plantada de 35,0 cm de largura e constituídas de cinco linhas de oito plantas cada. As pulverizações foram iniciadas oito dias após a emergência das plantas e mantidas até o final da cultura, direcionando-se para o cartucho da planta durante a fase vegetativa do milho e para os estilos-estigmas na fase reprodutiva. Os tratamentos utilizados foram: 1) extrato de casca de faveleira (150 ml/ 4L d'água), 2) melão de São Caetano (250 ml/ 10L d'água), 3) óleo de neen (20 ml/4 L), água como testemunha, e 4) Folisuper (15 ml/5 L d'água) aplicados a intervalos de 4 e 8 dias (Tabela 1).

Tabela 1. Composição química dos produtos utilizados

Extratos	Composição
Faveleira	Flavonóides ( <a href="http://www.cpafro.embrapa.br/embrapa/infotec/plantamed.PDF">http://www.cpafro.embrapa.br/embrapa/infotec/plantamed.PDF</a> )
Melão de São Caetano	Momorsopirina (0.17%); Triterpenos: momordicinas I, II e III (0.008%); Ácido Orgânico: ácido momórdico; Ácidos Graxos; Cera Vegetal; Clorofila e várias Resinas ( <a href="http://ervaseinsumos.blogspot.com/2009/03/melao-de-sao-caetano.html">http://ervaseinsumos.blogspot.com/2009/03/melao-de-sao-caetano.html</a> ).
Neen	Triterpenóides, Azadirachtina (SILVA <i>et al.</i> , 2009).
Folisuper	O,O- dimethyl O- 4- nitrophenyl phodphorothioate (PARATIONA-METÍLICA)..... 60.0% m/v (600 g/L) Ingredientes Inertes..... 52,8% m/v (528 g/L)

Semanalmente, foram feitas as amostragens, selecionando-se em cada subparcela, oito plantas ao acaso coletando-se as lagartas de *S. frugiperda* e registrando-se o maior dano através de escala de notas: 0,0-folhas sem dano; 1,0-folhas rasgadas; 2,0-folhas furadas; 3,0-folhas rasgadas; 4,0-cartuchos danificados; e 5,0-cartuchos destruídos. Quando do embonecamento, foram feitas coletas semanais dos estilos-estigmas em oito plantas ao acaso, sendo uma espiga por planta, para obtenção da amostragem dos ovos de *H. zea*. Os estilos-estigmas contendo ovos de *H. zea* foram acondicionados em sacos plásticos devidamente etiquetados e levados ao laboratório, onde foram quantificados, e acondicionados em tubos de vidros (75,0 mm x 12,0 mm), para verificação do parasitismo. Posteriormente foram avaliados a viabilidade e o parasitismo

natural dos ovos determinado, dividindo-se o total de ovos parasitados pelo total de ovos coletados vezes 100. Ao final da cultura foram tomadas 10 espigas ao acaso por parcela e avaliados, ainda, a porcentagem de dano por *H. zea*, o comprimento, o diâmetro e o peso das espigas, o peso do sabugo, do total de sementes e de 100 sementes por espiga.

### Obtenção e preparo dos extratos

**Extrato de faveleira:** foram coletados 10,0 kg de casca da porção inferior do tronco desta espécie, a 20,0 cm do solo. As cascas verdes foram picadas finamente, passadas em forrageira e transferidas para um depósito juntamente com 50,0 litros de água deixando-as em infusão por 10 dias.

**Extrato de melão de São Caetano:** Tomou-se 1kg de ramas e após secagem a 40 °C acondicionou-se em 3 L de álcool, em seguida a mistura foi fervida por 1 hora e meia em condensador, recuperando 2,5 L de álcool e 0,5 L do extrato.

**Extrato de neem:** O extrato foi preparado na escola Agrícola de Bananeiras-PB, tomando-se 50 g de sementes descarnadas e secas, em seguida foram raladas e imersas em 1 L de água, deixando-o em infusão por 10 dias.

### Análise Estatística

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com parcelas subdivididas e

quatro repetições, sendo os resultados experimentais analisados segundo o esquema fatorial 2 x 5. As médias de tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve interação significativa entre as épocas de pulverização e produtos utilizados para o controle de *S. frugiperda*. A ação dos métodos de controle sobre população e dano da praga foi independente da época de pulverização. No entanto houve diferenças significativas quanto aos produtos utilizados para o controle da praga (Tabela 2).

Tabela 2. Análise de variância do número de lagartas (A) e da média de dano (B) causada pela *Spodoptera frugiperda*

(A) (Número de Lagartas de <i>S. frugiperda</i> )*			
Causa de variação	G.L.	Q.M.	F
Blocos	3	.4530	7.71 NS
Tratamentos (P)	1	.0172	.29 NS
Resíduo (A)	3	.0588	
(Parcelas)	7		
Tratamentos (S)	4.	4.0987	62.97**
Interação P X S	4.	.1654	2.54 NS
Resíduo (B)	24.	.0651	
Total	39.		
C.V. para parcelas = 10.05%			
C.V. para subparcelas = 10.57%			
(B) (Média de Dano causada pela <i>S. frugiperda</i> )**			
Causa da variação	G.L.	Q. M.	F
Blocos	3	.7041	4.34 NS
Tratamentos (P)	1	.0225	.14 NS
Resíduo (A)	3	.1622	
(Parcelas)	(7)		
Tratamentos (S)	4.	4.9976	17.72**
Interação P X S	4.	.1064	.38 NS
Resíduo (B)	24.	.2820	
Total	39.		
C.V. para parcelas = 17.69%			
C.V. para subparcelas = 23.33%			

\* Dados não transformados.

\*\* Dados transformados em SQRT.

O número médio de lagartas coletadas e a nota média de dano não diferiram entre os intervalos de pulverização (Tabela 3), porém, independente do intervalo de pulverização, essas variáveis diferiram entre os tratamentos, diminuindo significativamente naqueles em que foi utilizado o Folisuper como inseticida (Tabela 4). Deve-se ressaltar que os extratos não diferiram em relação a testemunha mostrando que nas concentrações utilizadas não foram eficientes para o controle de *S. frugiperda*, pois não diminuíram a população e o dano médio da praga, inclusive, aumentando o dano médio em relação à testemunha, no tratamento em que foi utilizado o neem (Tabela 4). No entanto, esses resultados são considerados satisfatórios quando comparados aos de REZENDE *et al* (1995), que avaliando os danos causados

por *S. frugiperda* parasitada por *Chelonus insularis* (Hymenoptera: Braconidae) em milho cultivar BR-201, e utilizando a mesma escala de notas, obteve uma média superior, 4,42, aos de OLIVEIRA e BARROS (1991), que obtiveram nota média de dano de 3,23, quando da pulverização do milho com inseticida sintético e os de SILVA *et al.*, (2008), que avaliando o efeito de extratos vegetais e *Metarhizium anisopliae* para o controle de *S. frugiperda*, e utilizando a mesma escala de notas, obteve uma variação média de 2,81, quando foi utilizado o Melão de São Caetano (500 ml/10 L d'água) em combinação com *Metarhizium anisopliae* (100 g/10 L d'água) e 3,00 quando da utilização de M. S. Caetano isolado (250 ml/5 L d'água). O que demonstra o potencial de utilização desses produtos para o controle da praga.

Tabela 3. Número médio de lagarta e nota média de dano de *Spodoptera frugiperda* em milho tratado com extratos vegetais em duas épocas de pulverizações

Época de Aplicação	Nº de lagarta <sup>1,2</sup>	Nota média para dano <sup>2</sup>
4 Dias	5.55 ± 0.79 A	2.43 ± 0.17 A
8 Dias	5.30 ± 0.85 A	2.39 ± 0.06 A
C.V	10.05%	17.69%
Anova F	0.14 n.s	0.29 n.s
P	<0.01	<0.01

<sup>1</sup> Dados transformados em  $x+0,5$

<sup>2</sup> Médias seguidas de mesma letra não difere entre si pelo teste F.

Tabela 4. Número médio de lagarta e nota média de dano de *Spodoptera frugiperda* em milho tratado com extratos vegetais

Tratamentos	Nº de lagarta <sup>1,2</sup>	Nota média para dano <sup>2</sup>
1- Água	5.25 ± 1.03 A	2.50 ± 0.15 B
2- Faveleira	6.87 ± 1.05 A	2.73 ± 0.08 AB
3- Óleo de neem	6.75 ± 1.03 A	2.89 ± 0.11 A
4- Melão de São Caetano	7.87 ± 1.07 A	2.77 ± 0.08 AB
5- Folisuper	0.37 ± 0.18 B	1.16 ± 0.11 C
C.V.	110.05% (Parcelas)	17.69% (Parcelas)
Anova F	17.72	62.97
P	<0.01	<0.01

<sup>1</sup> Dados transformados em  $x+0,5$

<sup>2</sup> Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey (P<0.05).

Deve-se ressaltar que embora a contagem de lagartas seja um método bastante utilizado para avaliar a eficiência de um produto em campo, esse método, segundo FARIAS *et al.* (2001), não é um bom método de amostragem, uma vez que apresenta acentuada variação à medida que a lagarta se desenvolve, não se ajustando a uma distribuição definida. Segundo esses autores, o melhor ajuste a uma distribuição é quando se estuda o número de plantas com presença ou ausência da praga, independente do número de lagartas por planta.

Não ocorreram diferenças significativas quanto ao número médio de ovos coletados, a viabilidade, o número e a porcentagem de ovos de *H. zea* parasitados, entre as épocas de aplicação e produtos utilizados (Tabelas 5 a 8). Para todas as variáveis avaliadas ocorreram grandes variações nos dados, o que influenciou a análise dos resultados refletindo no aumento do coeficiente de variação. Deve-se ressaltar que o coeficiente de variação, para a maioria das variáveis avaliadas foi elevado, acima de 30% indicando imprecisão dos dados, o que pode levar a erros de interpretação.

Os valores médios do número de ovos parasitados e porcentagem de parasitismo em ovos de *H. zea* foram considerados baixos em relação ao parasitismo de ovos dessa praga registrados na literatura. FILHO *et al.* (2001) ao estudar os efeitos da aplicação de inseticidas Chlorpirifos para o controle de *H. zea* durante o pendoamento do milho observou que não houve efeito significativo

do inseticida na densidade populacional e dano de *H. zea*. Em seu trabalho eles obtiveram uma elevada média de parasitismo de ovos de 52-75%. PARON *et al.* (1998) avaliando o efeito de genótipos de milho no parasitismo por *Trichogramma* spp. Em ovos dessa praga, obtiveram valores que variaram de 34,1% para o genótipo BR400 a 62,4% para o BR451. O baixo parasitismo de ovos de *H. zea* também foi registrado por FREITAS *et al.* (2010) quando da utilização de extratos vegetais e *M. anisopliae*, que obteve uma média de 2,21 ovos parasitados e 16,98% de parasitismo. Tal fato pode estar associado a baixa população de parasitóides no campo ou aos produtos utilizados que, de alguma forma, podem ter interferido no parasitismo. O que evidencia a necessidade de estudos que avaliem o impacto desses produtos sobre os inimigos naturais da praga.

Não houve interação entre os intervalos de pulverização e produtos utilizados, bem como não houve diferenças significativas entre os produtos utilizados quanto aos danos ocasionados por *H. zea*, comprimento da espiga, diâmetro da espiga, peso de 10 espigas com grãos e peso de 100 sementes (Tabela 9) (Tabelas 11, 12 e 13), mostrando não haver ação dos produtos sobre esta praga. Porém, independente dos produtos utilizados, as pulverizações a cada 4 dias mostraram-se mais adequadas, já que diminuiu o dano médio e proporcionou maior comprimento e peso das espigas (Tabela 10). Tais resultados são discordantes da-

Tabela 5. Resultados médios ( $X \pm E.P$ ) do número, viabilidade e parasitismo de ovos de *Helicoverpa zea* em milho tratado com extratos vegetais em duas épocas de pulverizações

Época	Nº de ovos <sup>1</sup>	Viabilidade <sup>2</sup>	Ovos parasitados <sup>3</sup>	% parasitismo <sup>2</sup>
4 Dias	16,75 ± 2.62A	93,02 ± 2.05A	0,98 ± 0,29A	4,36 ± 1,22A
8 Dias	11,65 ± 2.19A	93,37 ± 4.96A	0,20 ± 0,09A	3,69 ± 2,53A
C. V. para parcela	41,31%	18,07%	48,06%	112%
C.V. para subparcela	38,87%	18,95%	35,98%	90%

1,2,3,4 Dados transformados em (Log X+1), Arco Seno da raiz de x+0.5, e em raiz de x+0.5, respectivamente.

\* Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste F (P<0,05).

Tabela 6. Resultados médios ( $X \pm E.P$ ) do número, viabilidade e parasitismo de ovos de *Helicoverpa zea* em milho tratado com extratos vegetais

Tratamentos	Nº de ovos <sup>1</sup>	Viabilidade <sup>2</sup>	Ovos parasitados <sup>3</sup>	% parasitismo <sup>2</sup>
1- Água	11,25 + 1,64A	90,97 + 4,06A	0,50 + 0,26A	2,30 + 1,15A
2- Faveleira	13,50 + 3,51A	94,44 + 2,87A	0,75 + 0,41A	5,55 + 2,84A
3- Óleo de neen	16,00 + 4,32A	97,85 + 0,78A	0,33 + 0,16A	1,27 + 0,65A
4- Melão de São Caetano	12,87 + 2,75A	86,45 + 12,39A	0,25 + 0,16A	7,29 + 6,18A
5- Folisuper	17,37 + 5,35A	96,26 + 1,56A	1,12 + 0,61A	3,75 + 2,03A
C.V. para parcela	41,31%	41,31%	48,06%	112,0%
C.V. para subparcelas	38,87%	38,87%	35,98%	90,0%

1,2,3,4 Dados transformados em (Log X+1), Arco Seno da raiz de  $x+0,5$ , e em raiz de  $x+0,5$ , respectivamente.

\* Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste F ( $P < 0,05$ ).

Tabela 7. Análise de Variância do total de ovos (A) e da viabilidade dos ovos (B) de *Helicoverpa zea*

(A) (Total de ovos de <i>Helicoverpa zea</i> ) <sup>*</sup>			
Causa de variação	G.L.	Q.M.	F
Blocos	3.	3,2758	3,41 NS
Tratamentos (P)	1.	1,3409	1,40 NS
Resíduo (A)	3.	,9601	
(Parcelas)	(7.)		
Tratamentos (S)	4.	3689	,43 NS
Interação P X S	4.	5534	,65 NS
Resíduos (B)	24.	8502	
Total	39.		

C.V. para parcelas = 41,31%

C.V. para subparcelas = 38,87%

(B) (Viabilidade dos ovos de <i>Helicoverpa zea</i> ) <sup>**</sup>			
Causa da variação	G.L.	Q.M.	F
Blocos	3.	126,6626	,60 NS
Tratamentos (P)	1.	95,5264	,65 NS
Resíduo (A)	3.	210,4920	
(Parcelas)	(7.)		
Tratamentos (S)	4.	83,4122	,36 NS
Interação P X S	4.	569,3717	2,46 NS
Resíduos (B)	24.	231,5497	
Total	39.		

C.V. para parcelas = 18,07

C.V. para subparcelas = 18,95

\* Dados transformados em Log X+1.

\*\* Dados não transformados.

Tabela 8. Análise de variância de número de ovos parasitados (A) e da porcentagem de parasitismo de ovos (B) de *Helicoverpa zea*

(A) (Número de ovos parasitados de <i>Helicoverpa zea</i> )*			
Causa de variação	G.L.	Q.M.	F
Blocos	3.	.0578	.27 N.S
Tratamentos (P)	1.	.9973	4.60 N.S
Resíduo (A)	3.	.2167	
(Parcelas)	(7.)		
Tratamentos (S)	4.	.1234	1.02 NS
Interação P X S	4.	.2296	1.89 NS
Resíduos (B)	24.	.1214	
Total	39.		
C.V. para parcelas = 48.06%			
C.V. para subparcelas = 35.98%			
(B) (Porcentagem de parasitismo de ovos de <i>Helicoverpa zea</i> )**			
Causa da variação	G.L.	Q.M.	F
Blocos	3.	3.5969	.39 NS
Tratamentos (P)	1.	76.7518	.69 NS
Resíduo (A)	3.	111.6525	
(Parcelas)	(7.)		
Tratamentos (S)	4.	28.4934	.39 NS
Interação P X S	4.	170.2416	2.35 NS
Resíduos (B)	24.	72.5369	
Total	39.		
C.V. para parcelas = 112.38%			
C.V. para subparcelas = 90.58%			

\* Dados transformados em Log X+1.

\*\* Dados não transformados.

Tabela 9. Porcentagem de espigas danificadas por *Helicoverpa zea*, comprimento, diâmetro da espiga, peso de sementes, peso de espigas, peso de sabugo e peso de 100 sementes de milho tratado com extratos vegetais

Tratamentos	Danos mecânicos <sup>1</sup> (%)	Comprimento da espiga <sup>1</sup> (cm)	Diâmetro da espiga <sup>1</sup> (mm)	Peso de 10 espigas com grãos <sup>1</sup> (g)	Peso de 100 sementes <sup>1</sup> (g)
1-Água	66.25±7.30A	13.46±0.65A	40.40±0.94A	1203.14±128.56A	25.20±1.80A
2-Faveleira	68.75±4.79A	13.91±0.60A	40.59±1.28A	1231.36±121.64A	25.56±1.16A
3-Óleo de neen	65.00±6.54A	13.38±0.50A	39.77±1.44A	1086.75±139.65A	24.12±0.97A
4-M.S. Caetano	66.25±8.64A	14.14±0.40A	41.79±1.21A	1247.01±212.48A	24.37±1.67A
5-Folesuper	58.75±8.33A	14.46±0.82A	41.65±0.82A	1325.17±264.46A	27.04±1.40A
C.V.	13.03%	2.27%	7.16%	13.19%	12.84%

<sup>1</sup> Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey (P<0.05).

Tabela 10. Porcentagem de espigas danificadas por *Helicoverpa zea*, comprimento, diâmetro da espiga, peso de sementes, peso de espigas, peso de sabugo e peso de 100 sementes em milho pulverizado em duas épocas (4 e 8 dias) com extratos vegetais

Épocas	Danos mecânicos <sup>1</sup> (%)	Comprimento da espiga <sup>1</sup> (cm)	Diâmetro da espiga <sup>1</sup> (mm)	Peso de 10 espigas com grãos <sup>1</sup> (g)	Peso de 100 sementes <sup>1</sup> (g)
4 dias	55.00±3.87A	14.27±0.39A	41.35±0.67A	1334.85±83.53A	26.22±0.90A
8 dias	75.00±3.80B	13.47±0.35B	40.33±0.75A	1102.53±77.03B	24.29±0.81A
C.V.	13.03%	2.27%	7.16%	13.19%	12.84%

<sup>1</sup> Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey (P<0.05).

Tabela 11. Análise de variância do dano na espiga causada pela *Helicoverpa zea*

Causa da variação	G.L.	Q.M.	F
Blocos	3.	427.9822	8.31 NS
Tratamentos (P)	1.	1845.1546	35.82**
Resíduo (A)	3.	51.5100	
(Parcelas)	(7.)		
Tratamentos (S)	4.	49.6423	.39 NS
Interação P X S	4.	61.3247	.48 NS
Resíduos (B)	24.	128.7588	
Total	39.		
C.V. para parcelas = 13.23%			
C.V. para subparcelas = 20.60%			

\* Dados transformados em SQTR (X+0.5).

Tabela 12. Análise de variância do comprimento (cm) (A) e do diâmetro (mm) (B) da espiga de milho

(A) [Comprimento (cm) da espiga de milho]*			
Causa de variação	G.L.	Q.M.	F
Blocos	3.	.1116	66.45**
Tratamentos (P)	1.	.1079	64.21**
Resíduo (A)	3.	.0017	
(Parcelas)	(7.)		
Tratamentos (S)	4.	.0279	.58 NS
Interação P X S	4.	.0653	1.35 NS
Resíduos (B)	24.	.0483	
Total	39.		
C.V. para parcelas = 1.08%			
C.V. para subparcelas = 5.81%			

Tabela 12. Análise de variância do comprimento (cm) (A) e do diâmetro (mm) (B) da espiga de milho

<b>(B) [Diâmetro (mm) da espiga de milho]**</b>			
<b>Causa da variação</b>	<b>G.L.</b>	<b>Q.M.</b>	<b>F</b>
Blocos	3.	14.7181	1.72 NS
Tratamentos (P)	1.	10.4653	1.22 NS
Resíduo (A)	3.	8.5457	
(Parcelas)	(7.)		
Tratamentos (S)	4.	5.9230	.54NS
Interação P X S	4.	8.2434	.75NS
Resíduos (B)	24.	11.0526	
Total	39.		
C.V. para parcelas = 7.16%			
C.V. para subparcelas = 8.14%			

\* Dados transformados em SQTR (X+0.5).

\*\* Dados não transformados.

Tabela 13. Análise de variância do peso (g) de 10 espigas de milho com grãos (A) e do peso (g) de 100 sementes de milho (B)

<b>(A) [Peso (g) de 10 espigas de milho com grãos]*</b>			
<b>Causa de variação</b>	<b>G.L.</b>	<b>Q.M.</b>	<b>F</b>
Blocos	3.	316780.9518	12.25*
Tratamentos (P)	1.	539749.0563	20.88*
Resíduo (A)	3.	25852.3978	
(Parcelas)	(7.)		
Tratamentos (S)	4.	59900.2914	.46NS
Interação P X S	4.	129499.3799	1.00NS
Resíduos (B)	24.	130073.4057	
Total	39.		
C.V. para parcelas = 13.29%			
C.V. para subparcelas = 29.59%			
<b>(B) [Peso (g) de 100 sementes de milho]*</b>			
<b>Causa da variação</b>	<b>G.L.</b>	<b>Q.M.</b>	<b>F</b>
Blocos	3.	31.4053	2.98 NS
Tratamentos (P)	1.	37.1718	3.53 NS
Resíduo (A)	3.	10.5254	
(Parcelas)	(7.)		
Tratamentos (S)	4.	10.7294	.76 NS
Interação P X S	4.	12.5119	.88 NS
Resíduos (B)	24.	14.1558	
Total	39.		
C.V. para parcelas = 12.84%			
C.V. para subparcelas = 14.89%			

\* Dados não transformados.

queles apresentados por SILVA *et al.* (2008), que avaliando os danos de *H. zea* em milho tratado com extratos vegetais e *M. anisopliae*, obtiveram 62,14% de espigas danificadas, um peso médio de 3,53 kg para 10 espigas e comprimento da espiga de 17,9 cm, e os de OSUNA *et al.* (1995) que alcançaram um dano médio de 37,16% em três genótipos de milho tratados com adubos orgânicos e mineral.

Neste trabalho, pode-se constatar que não houve interação significativa entre as épocas de pulverização e produtos utilizados para o controle de *S. frugiperda*. Os extratos, nas concentrações utilizadas, não foram eficientes para o controle de *S. frugiperda*. Os produtos utilizados não tiveram efeito quanto aos danos ocasionados por *H. zea*, comprimento da espiga, diâmetro da espiga, peso de espigas com grãos e peso de sementes.

#### RESUMEN

SOUZA, C. K. L. A. B. SILVA, E. B. BESERRA, J. P. DANTAS. 2011. El control de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) y *Helicoverpa zea* (Boddie, 1850) en plantas de maíz tratadas con extractos vegetales a dos intervalos de pulverización. *Bol. San. Veg. Plagas*, **37**: 45-56.

Se evaluó el efecto de la aplicación de extractos vegetales sobre las poblaciones de *Spodoptera frugiperda* y *Helicoverpa zea* y sobre los daños en maíz. Los ensayos se llevaron a cabo en una parcela de 500 m<sup>2</sup> con suelo arenoso, sembrada de la variedad 'San José' al marco de 0.40 x 0.40 m. Los tratamientos fueron: 1) Extracto de corteza de favelita (150 ml/4 L de agua), 2) Extracto de melón São Caetano (250 ml/10 L de agua), 3) Aceite de neem (20 ml/4 L de agua), 4) Folisuper (15 ml/5 l. de agua) aplicados a intervalos de 4 y 8 días, y un control tratado con agua. Los efectos sobre las poblaciones de las plagas y el daño son independientes del intervalo de la aplicación de los tratamientos. Sin embargo, hubieron diferencias significativas entre los productos, tanto en el número medio de larvas colectadas como en el porcentaje medio de los daños, resultando el Folisuper el único eficaz. No se encontraron diferencias significativas en el número medio de huevos colectados, la viabilidad, el número y el porcentaje de huevos de *H. zea* parasitados, ni entre los intervalos de aplicación ni entre los productos. Tampoco hubieron diferencias significativas entre los productos en los daños ocasionados por *H. zea*, longitud de mazorca, diámetro de mazorca, peso de mazorca con granos y peso de 100 granos.

**Palabras clave:** cogollero del maíz cartucho, tang oruga, *Zea mays*, alternativas de control.

#### ABSTRACT

SOUZA, C. K. L. A. B. SILVA, E. B. BESERRA, J. P. DANTAS. 2011. Control of *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) and *Helicoverpa zea* (Boddie, 1850) in maize plants treated with plant extracts of two intervals of spraying. *Bol. San. Veg. Plagas*, **37**: 45-56.

Evaluated the effect of plant extracts on *Spodoptera frugiperda* and *Helicoverpa zea* and damage in corn. The tests were conducted in an area of 500 m<sup>2</sup>, with sandy soil, planted with the variety 'San Jose' in spacing of 0.40 x 0.40 m. The treatments were: 1) Bark extract favelone (150 ml/4 L water), 2) Extract melon Sao Caetano (250 ml/10 L water), 3) Oil neem (20 ml/4 L water), 4) Folisuper (15 ml/5 L water), applied at intervals of 4 and 8 days, and a control treated with water. The effects on pest populations and damage are independent of the application range of treatments. However there were significant differences between products, both in the average number of caterpillars collected as the average percentage of damage, resulting in Folisuper as the only effective. There was no significant difference in the average number of eggs collected on the viability, the number and percentage of eggs parasitized by *H. zea*, nor between the ranges of application and not between products. There was also no significant differences between the products and the damage caused by *H. zea*, ear length, ear diameter, ear weight and grain weight of 100 grains.

**Keywords:** Caterpillar-to-cartridge, caterpillar tang, *Zea mays*, alternative control.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, S. A., ALMEIDA, F. A. C., SANTOS, N. R., ARAÚJO, M. E. R., RODRIGUES, J. P. 2004. Atividade inseticida de extratos vegetais sobre *Callosobruchus maculatus* (Fabr., 1775) (Coleoptera: Bruchidae). *Revista Brasileira de Agrociência*, **10** (1): 67-70.
- BESERRA, E. B., DIAS, C. T. S., PARRA, J. R. P. 2003. Características biológicas de linhagens de *Trichogramma pretiosum* desenvolvidas em ovos de *Spodoptera frugiperda*. *Acta Scientiarum Agronomy, Maringá*, **25** (2): 479-483.
- CAVALCANTE, G. M., MOREIRA, A. F. C., VASCONCELOS, S. D. 2006. Potencialidade inseticida de extratos aquosos de essências florestais sobre mosca-branca. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, **41** (1): 9-14.
- CRUZ, I., WAQUIL, J. M., SANTOS, J. P., VIANA, P. A., SALGADO, L. O. 1987. Pragas da cultura do milho em condições de campo. Métodos de controle e manuseio de defensivos. EMBRAPA-CNPMS, *Circular Técnica* **10**: 1-70.
- CRUZ, I., OLIVEIRA, L. J., OLIVEIRA, A. C., VASCONCELOS, C. A. 1996. Efeito do nível de saturação de alumínio em solo ácido sobre os danos de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) em milho. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*. Londrina, 25: 293-297.
- ERVAS E INSUMOS. Disponível em: <http://ervaseinsumos.blogspot.com/2009/03/melao-de-sao-caetano.html>. Acesso: 06/02/2011.
- FREITAS, J. R., SILVA, A. B., BESERRA, E. B., DANTAS, J. P. 2010. Flutuação Populacional e Parasitismo de Ovos de *Spodoptera frugiperda* e *Helicoverpa zea* em milho pulverizado com extratos vegetais e *Metarhizium anisopliae*. *Engenharia Ambiental - Espírito Santo do Pinhal*, **7** (3): 291-300.
- PAES, M. C. D. 2006. Aspectos Físicos, Químicos e Tecnológicos do Grão de Milho. Sete Lagoas: EMBRAPA/CNPMS, *Circular Técnica*. 75: 1-6.
- QUARLES, W. 1992. Botanical pesticides from *Chenopodium*. *IPM Practitioner*, **14** (2): 1-11.
- RODRIGUES, V. G. S. Cultivo e utilização de Ervas Medicinais. Disponível em: <http://www.cpafro.embrapa.br/embrapa/infotec/plantamed.PDF>. Acesso: 06/02/2011.
- SANTOS, J. P. 2006. Controle de pragas durante o armazenamento de milho. Sete Lagoas: EMBRAPA/CNPMS, *Circular Técnica*, **84**: 1-20.
- SILVA, A. B., BATISTA, J. L. 2008. Densidade Populacional de *Helicoverpa zea* (Boddie) (Lepidoptera: Noctuidae) em milho no município de Areia-PB. *Revista Ecossistema*, **33** (1.2): 19-22.
- SILVA, A. B., BESERRA, E. B., DANTAS, J. P. 2008. Utilização de *Metarhizium anisopliae* e extratos vegetais para o controle de *Spodoptera frugiperda* e *Helicoverpa zea* (Lepidoptera: Noctuidae) em milho. *Engenharia Ambiental - Espírito Santo do Pinhal*, **5** (1): 77-85.
- SILVA, A. B., BATISTA, J. L., BRITO, C. H. 2009. Aspectos biológicos de *Euborellia annulipes* sobre ovos de *Spodoptera frugiperda*. *Engenharia Ambiental - Espírito Santo do Pinhal*, **6** (3): 482-495.
- SILVA, A. B., BATISTA, J. L., BRITO, C. H. 2009. Influência de produtos de origem vegetal na oviposição e no desenvolvimento embrionário de *Euborellia annulipes* (Dermaptera: Anisolabididae). *Engenharia Ambiental - Espírito Santo do Pinhal*, **6** (3): 54-65.
- WAQUIL, J. M. 2007. *Manejo Fitossanitário e Ambiental: Milho transgênico Bt e resistência das plantas ao ataque da lagarta-do-cartucho*. Artigo em Hiper-texto. Disponível em: [http://www.infobibos.com/Artigos/2007\\_1/manfito/index.htm](http://www.infobibos.com/Artigos/2007_1/manfito/index.htm). Acesso em: 15/05/2010.

(Recepción: 8 noviembre 2010)

(Aceptación: 3 mayo 2011)

## Life cycle of *Xanthogaleruca luteola* (Coleoptera: Chrysomelidae) in Santiago, Chile, and sex phenotype differentiation of adults

A. HUERTA, I. CHIFFELLE, K. PUGA, F. AZÚA, R. JIMÉNEZ, J. E. ARAYA

Periodical samples of eggs, larvae, pupae and adults of *Xanthogaleruca luteola* Müller (Coleoptera: Chrysomelidae) were obtained to determine its life cycle on urban trees affected in municipalities of Santiago, Metropolitan Region, Chile. The duration of the pupae and adult stages were determined also in the laboratory. Adults were collected to determine the sex ratio and to study sex phenological differences, which were corroborated through analysis of genitalia. Four generations of *X. luteola* a year were determined for Santiago, Chile, from October through April with duration of one to two months each, and also a hibernation period for adults lasting four months. The *X. luteola* individuals were reared successfully in the laboratory, and the duration of the pupa and adult stages were similar to those in the literature. Phenotypical sex differences were established between adult *X. luteola* individuals, which were verified by analysis of genitalia, and a 1:1 sex ratio was determined.

A. HUERTA, K. PUGA, F. AZÚA, R. JIMÉNEZ. Dpto. de Silvicultura y Conservación de la Naturaleza, Facultad de Ciencias Forestales y Conservación de la Naturaleza, Universidad de Chile, Casilla 9206, Santiago, Chile. [ahuerta@gmail.com](mailto:ahuerta@gmail.com)  
I. CHIFFELLE. Dpto. de Agroindustria y Enología, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile, Casilla 1004, Santiago, Chile.  
J. E. ARAYA. Dpto. de Sanidad Vegetal, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile, Casilla 1004, Santiago, Chile.

**Key words:** Elm leaf beetle, *Ulmus*, genitalia.

### INTRODUCTION

Diverse insect pests species have entered in Chile, related to the openness of foreign commercial exchange and the greater travel of people. One of the most severe defoliators in the world for elms (*Ulmus* spp., Ulmaceae), the elm leaf beetle *Xanthogaleruca luteola* Müller (Coleoptera: Chrysomelidae) has been detected in city trees in central Chile. These valuable trees are used mainly as ornamentals resistant to cold, adaptable to diverse soils, and are planted frequently in green areas and avenues of the municipalities in Santiago (HERNÁNDEZ, 2004; MARTÍNEZ, 2005). This mainly

monophagous pest affects all kinds of elms of all ages (ROMANYK and CADAHIA, 2002). According to MUÑOZ *et al.* (2003), some infestations have been found also in the genus *Aesculus* (e.g. *A. hippocastanum* L., or horse chestnut).

*X. luteola* is distributed all over Europe, northern Africa, the Caucasus and the near East (ROMANYK and CADAHIA, 2002). In the US, this beetle was introduced from Europe in 1830; the first report of the pest in California was near 1920 (ROMANYK and CADAHIA, 2002; MAISTRELLO *et al.*, 2005), and has developed since in one of the most serious urban forest insect problems in several states (CLAIR *et al.*, 1987; DREISTADT *et al.*,

2001), as well as in Canada (ROMANYK and CADAHIA, 2002), and Australia (LEOFE, 2002). It occurs also in Germany (WEGENER *et al.*, 2001; MEINERS *et al.*, 2005), Iran (SENDI *et al.*, 2005; SHEKARI *et al.*, 2008), Spain (MARTÍN *et al.*, 2001), Portugal (ES-CADA *et al.*, 1979), and Argentina (DEFAGÓ *et al.*, 2006). In Chile, *X. luteola* was first detected in 1994 in the city of Los Andes, Valparaiso Region (SAG, 2005), although Askevold (1991) mentions that the first record of an individual of *X. luteola* goes back to April, 1982, in Ritoque (Valparaiso). From there, it has reached south down to the Araucanía Region (SAG, 2010).

The egg of this insect pest (Figure 1B) is small, oval, with an opaque creamy yellowish color. The larva grows up to 11 mm in

length. When emerged, it has a brownish color. From the second stadium on, it has four longitudinal yellowish stripes on the dorsum. The pupa, approximately 6 mm in length, looks orange-yellow, and has strong thin hairs. The adult (Figure 1A), has a short olive-green oval body measuring 5 a 7 mm, with lines in el margin and centre of the elytra, and black spots on the thorax. The head is yellow, with two black spots, and black eyes. The filiform antennae are yellowish on the underside, and light brown in the upper-side. The thorax is much wider than the head. The elytra are round in the apex and have a densely micro punctured and wrinkled surface. The legs are robust and yellow. The hibernating individuals present the body covered by short sparse hairs (DE LIÑÁN, 1998; ROMANYK and CADAHIA, 2002).

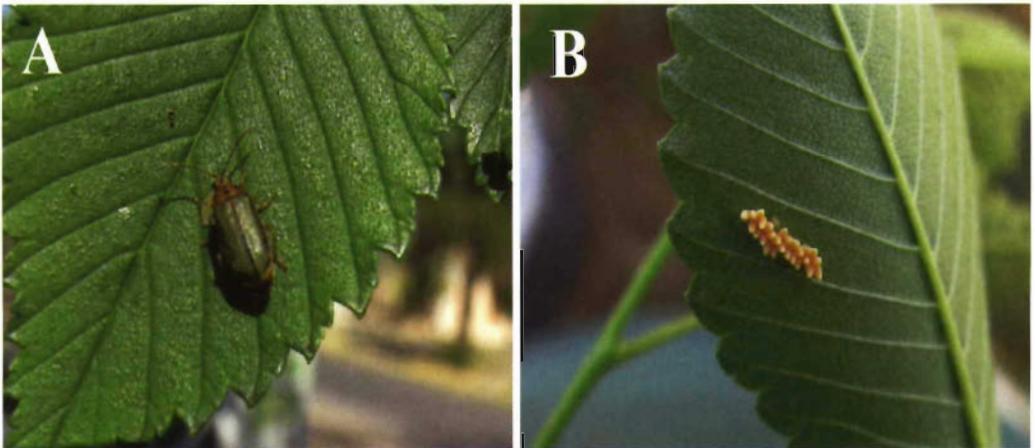


Figure 1. A) Adult of *X. luteola* affecting elm leaves. B) Eggs from *X. luteola* set on the underside of a fan elm leaf

Both the adults and larvae of *X. luteola* feed on the parenchyma of the leaves, without consuming the veins; occasionally all the leaves may be affected, and the trees look brown (MARTÍN *et al.*, 2001). If damage is severe and occurs in several years, the trees develop a deformed canopy, vigour loss, physiological disorders, and reduce their photosynthesis, which leaves them sus-

ceptible to other pests, disease agents and stress factors. They become particularly susceptible to Scolytid beetles carrying the spores of the fungus *Ceratocystis novo ulmi* Brasier, the cause of the Dutch elm disease, a disease threatening with the disappearance of elms (MARTÍN *et al.*, 2001; ROMANYK and CADAHIA, 2002; MUÑOZ *et al.*, 2003). Defoliation causes also the elimination of

shade in the summer, and reduces the aesthetical value of the trees (DREISTADT *et al.*, 2001).

Commonly the adults of *X. luteola* hibernate in diverse sites, in cracks in the bark, under plant residues in the base of the trunk, walls, homes or roofs. In spring they fly to the foliage, where they feed and lay 1-30 eggs, generally on the underside of the leaves. In approximately 8 days the larvae emerge and feed on the foliage, leaving only the veins: when reaching maturity, in two to four weeks, they descend the trunk to pupate. In about ten more days, the adults emerge near the base of the tree, and fly to the leaves to feed and lay their eggs, which initiates a new generation (DREISTADT *et al.*, 2001; ROMANYK and CADAHÍA, 2002; MUÑOZ *et al.*, 2003). In regions where the weather conditions are favourable, these beetles may reach up to three generations a year, as in Spain and Portugal (ESCALA *et al.*, 1979; MARTÍN *et al.*, 2001), and some areas in California (DREISTADT *et al.*, 2001).

Given the absence of information of the life cycle of *X. luteola* in Chile and the need to differentiate the sexes of the insect to pursue the integrated management of this pest, this study had the objective of determining its life cycle in Santiago, and the duration of the pupae and adults under laboratory conditions, and to establish the determination of sexes of the adult stage and their ratio.

## MATERIALS AND METHODS

The study was conducted on individuals of *X. luteola* larvae and adults obtained from infested adult elm trees (n=35) in central and western municipalities of Santiago (33°32'S; 70°42'W), Metropolitan Region, central Chile, from July 2008 through June 2009.

**Life cycle:** The elms in the centre and western communes were visited weekly to sample their foliage and trunks to collect diverse stages of *X. luteola*, depending on the date. The information gathered in the field

was used to elaborate a scheme of the duration of the stages in the cycle of the insect.

### **Duration of pupa and adult stages in the laboratory:**

Last stage larvae of *X. luteola* were collected from different elm trees during the summer of 2008, the season when they may be defoliated completely by the elm leaf beetle (De Liñán, 1998). These larvae were taken in cloth bags together with elm leaves for food, to the Forestry Entomology Laboratory, Department of Silviculture and Nature Conservation, College of Forestry and Nature Conservation Sciences, University of Chile, for rearing. The larvae were placed on Petri dishes with the bottom lined with filter paper slightly wet with distilled water, and fresh elm leaves as food until reaching the pupa stage. The pupae were provided only with humidity and a cover of leaves to set low light conditions. When emerging, the adults were fed fresh leaves. Both larvae and adults were maintained under natural light, at 22±3 °C and 61±4% RH. The duration of pupae and adults were recorded from 7 cohorts of 5 individuals each.

### **Determination of fenotypes of sexes and sex ratio of adults:**

Adults (n = 250) were observed exhaustively under stereoscopic magnification. Once individuals were separated empirically by sex, a sample of them (n= 25) were dissected and their processed on warm KOH at 10% v/v (CARRERA and OSUNA, 1996), to corroborate that the observations under magnification corresponded with those of the genitalia, thus obtaining a visual and non destructive method to identify males and females. When this process was completed, a random sample of other 250 adult individuals were separated by sex to determine the sex ratio.

## RESULTS AND DISCUSSION

### **Life cycle of *X. luteola* in Santiago, Chile**

In the study area, adults of *X. luteola* emerged after hibernation at the beginning

of October, to feed and mate. The eggs deposited by the hibernated females appeared from the second week of October onwards. The duration of this first cycle of egg laying lasted about one month (from mid October through mid November). The first larvae emerged a week after the first eggs appeared. The life cycle is presented in Figure 2.

The larvae have three stadia, and undergo two moltings during their growth; they are initially yellowish and acquire gradually more definite yellow tones, with two lateral stripes of dark spots; the larval period lasted 3-4 weeks. Starting the second half of November and through mid December, prepupae and pupae were found, mainly at the base of elm trees, covered by litter. The first adults appeared at the beginning of December, initiating thus a second generation. The

eggs and ensuing larvae developing in December and January gave rise to another generation of adults at the end of January (Figure 3).

The observations of the stages of development in the field allowed to elaborate the scheme presented in Figure 2, where a third and even a fourth generation appear on trees in the city of Santiago, with some adults of *X. luteola* through April, which hibernate until the weather conditions become again favorable.

In the study area, *X. luteola* had four generations a year, which coincides with observations by ESCADA *et al.* (1979) in Portugal, where this insect has generally three generations, but up to four cycles in exceptional cases. These authors stated that in the northern hemisphere the first generation develops from May through June, the second from

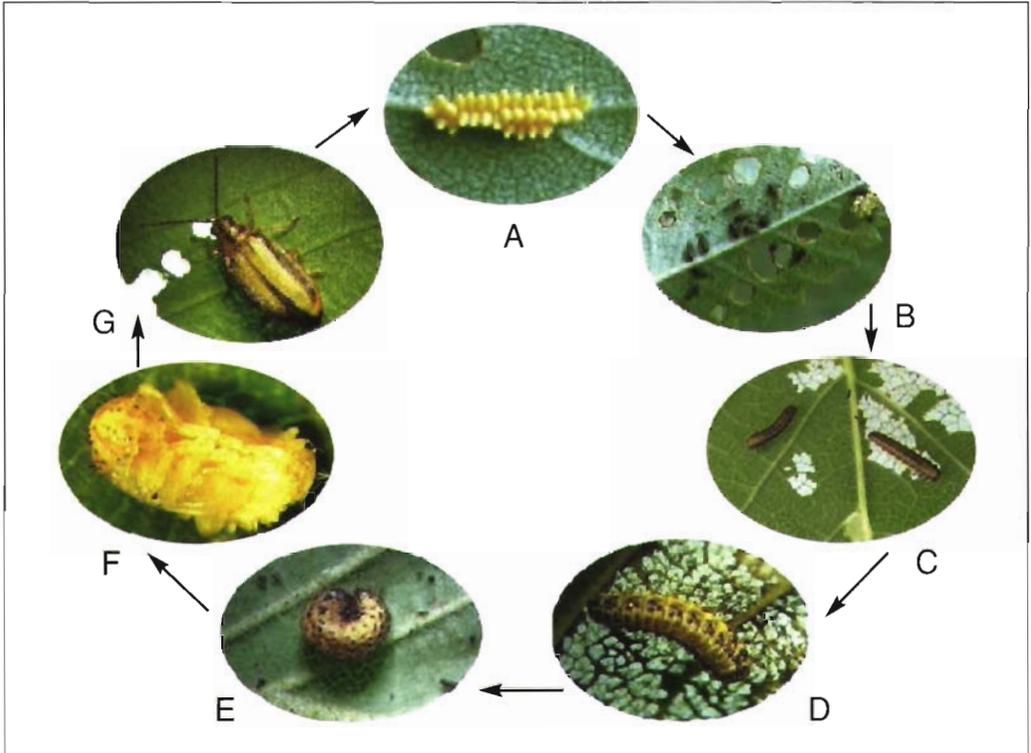


Figure 2. Stages and life cycle of *X. luteola* in Santiago, Chile. A) Eggs; B) First stadium larvae; C) Second stadium larvae; D) Third stadium larvae; E) Pre-pupae; F) Pupae; G) Adults

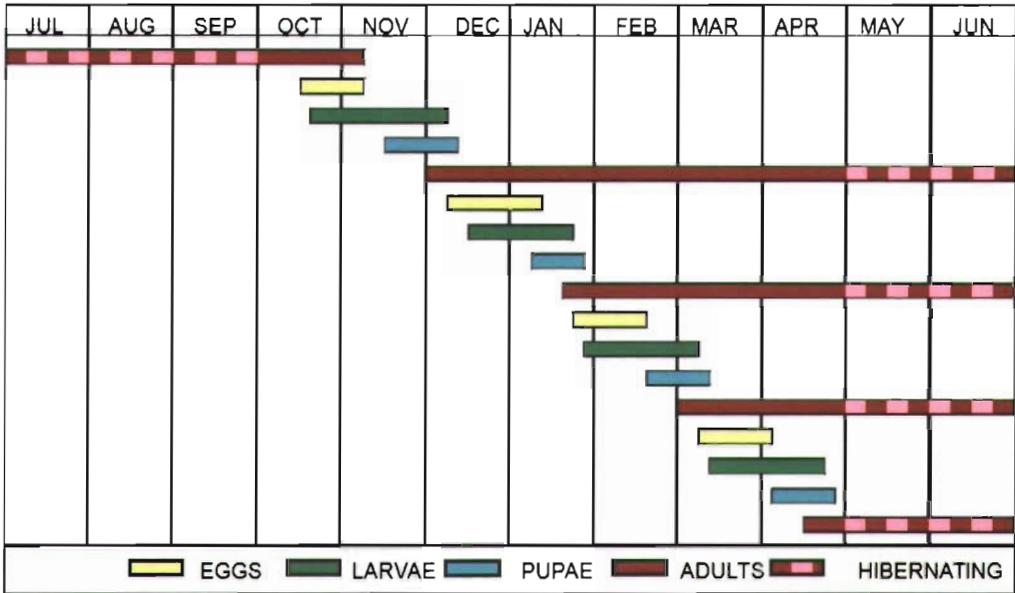


Figure 3. Life cycle of *X. luteola* in Santiago, Chile, 2008-2009

June through July, and the third from August through September, with a duration for each generation in that hemisphere very similar to the one to two months observed in Santiago, Chile.

In other regions of the northern hemisphere, this insect has one to three generations a year, depending on the weather conditions (DE LIÑÁN, 1998; MUÑOZ *et al.*, 2003). In northern California, *X. luteola* has at least one generation a year, and two to three generations in central and southern California, respectively (DREISTADT *et al.*, 2001). In Spain only two generations have been observed (MARTÍN *et al.*, 2001).

The 7 day duration of the pupae is similar to the 7.29 day period determined by FOLCIA *et al.* (2005), but shorter than the 10 days registered by ROMANYK and CADAHIA (2002), and DE LIÑÁN (1998). In their study of development of *X. luteola* juveniles at different temperatures, KING *et al.* (1985) found duration of 6.4 days for the pupae, at a 22-29 °C range. These differences with our results may be due to the slightly lower temperature range herein (18-

25 °C), which may have lengthened their development.

**Duration of pupae and adults in the laboratory**

From the 7 *X. luteola* cohorts, the average duration in the laboratory of the pupae was 7 days and 21 days for the adults (Table 1).

The life span of the adult lasted considerably less (21 days) than the 26.29 days registered by Folcia *et al.* (2005). However, Hall (1986) found it to be 16.7 days, even lesser than our result, which leads us to conclude the life span of the adult of *X. luteola* varies a lot with the temperature.

**Phenotypical determination of sex of adults and sex ratio of *X. luteola***

The detailed observation of adult individuals of *X. luteola* verified only small differences in morphology in males and females, in the 5<sup>th</sup> ventral sclerite (Figure 4).

Table 1. Mean duration (days  $\pm$  standard deviation) of pupae and adults of *X. luteola* in the laboratory

Cohorts	Duration (days $\pm$ SD)	
	Pupae	Adults
C1	7 $\pm$ 2	23 $\pm$ 3
C2	6 $\pm$ 1	22 $\pm$ 4
C3	7 $\pm$ 1	23 $\pm$ 2
C4	8 $\pm$ 1	22 $\pm$ 1
C5	7 $\pm$ 2	17 $\pm$ 2
C6	7 $\pm$ 1	16 $\pm$ 3
C7	8 $\pm$ 2	21 $\pm$ 3
Means	7 $\pm$ 2	21 $\pm$ 3

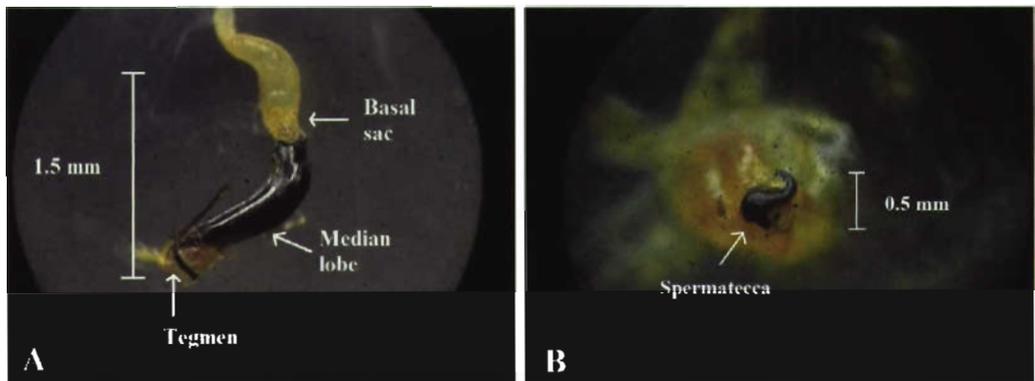


Figure 4. Ventral view of the abdomen of *X. luteola* adults. A.) Male; B) Female

The males (Figure 4A) presented a characteristic form in the borders of the 5<sup>th</sup> sternite (with a semi circular termination), together with the presence of a yellow internal sclerite (a light colour in the figure). In females (Figure 4B), the borders of that sternite were more abrupt, or straight, evidencing a noticeable groove complete don top by a generally dark sclerite, which allowed to differentiate them from the males.

Jackson y Jackson (2008) indicates that females of *X. luteola* present a subconical termination of their last tergite, giving them a larger form than in males. However, herein some females were difficult to identify using this character, on the contrary, its

form was rather rounded, which make difficult to determine the sex using that description. Once the beetles were separated by sex using the phenotypical characteristics indicated above, a sample (n=25) of the adults were processed in 10% hot KOH to determine their genitalia to validate the recognition factor suggested (Figure 5).

The reproductive structure of males (*Aedeagus*) was observed under stereoscopic magnification, but not that of females because the soft tissues were destroyed during the process. However, the spermateca was still identified. These results corroborate the effectiveness of using the phenotypical keys to determine the sex of *X. luteola* adults.

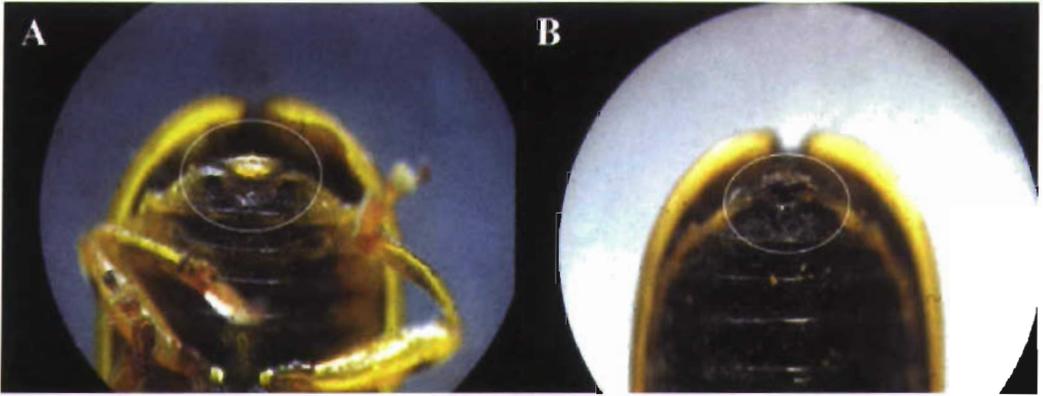


Figure 5. Reproductive structures of *X. luteola* adults. A) Male (detail of the Aedeagus); B) Female (spermateca)

Of the 250 adults of *X. luteola* examined, 52% were females (130 individuals), that is, approximately half of them, which gives a 1:1 sex

proportion, different from that of 5:1 (98 males and 21 females) found by Jackson and Jackson (2008) in a sample of 119 beetles collected.

#### RESUMEN

HUERTA, I., CHIFFELLE, A., K. PUGA, F., AZÚA, R., JIMÉNEZ, J. E., ARAYA, 2011. Ciclo de vida de *Xanthogaleruca luteola* (Coleoptera: Chrysomelidae) en Santiago de Chile y diferenciación fenotípica sexual de adultos. *Bol. San. Veg. Plagas*, 37: 57-64.

Se hicieron muestreos periódicos de huevos, larvas, pupas y adultos de *Xanthogaleruca luteola* Müller (Coleoptera: Chrysomelidae) para determinar su ciclo de vida en olmos urbanos afectados en comunas de Santiago, Región Metropolitana, Chile. También se determinó la duración del estado de pupa y adulto en laboratorio. Se colectaron individuos adultos para determinar la razón sexual y estudiar las diferencias fenotípicas sexuales, que se corroboraron mediante análisis de genitalia. Para Santiago de Chile se determinaron cuatro generaciones de *X. luteola* al año, desde octubre hasta abril con una duración de uno o dos meses cada una, más un período de hibernación de adultos cercano a cuatro meses. Los individuos de *X. luteola* se criaron con éxito en laboratorio y la duración de sus estados de pupa y adulto fue similar a la encontrada en la literatura. Se establecieron diferencias sexuales fenotípicas entre adultos de *X. luteola*, que se ratificaron mediante análisis de genitalia, y se determinó una razón sexual de adultos de 1:1.

**Palabras clave:** vaquita del olmo, *Ulmus*, genitalia.

#### REFERENCIAS

- ASKEVOLD, I. 1991. On some poorly known, misidentified and mislabelled Chilean Chrysomelidae (Coleoptera). *Revista Chilena de Entomología*, 19: 11-15.
- CARRERA, Z., OSUNA, E. 1996. Morfología de la genitalia externa masculina de la Tribu Harpactorini (Reduviidae: Harpactorinae). Parte Ia.: Morfología general del falo. *Bol. Entomol. Venez. N.S.* 11 (1): 1-9.
- CLAIR, D., DAHLSTEN, D., HART, E. 1987. Rearing *Tetrastichus gallerucae* (Hymenoptera: Eulophidae) for biological control of the elm leaf beetle, *Xanthogaleruca luteola*. *Entomophaga*, 32 (5): 457-461.
- DAHLSTEN, D., ROWNEY, D., LAWSON, A. 1998. IPM helps control elm leaf beetle. *California Agriculture* 52 (2): 18-24.
- DEFAGÓ, M., VALLADARES, G., BANCHIO, E., CARPINELLA, C., PALACIOS, S. 2006. Insecticide and

- antifeedant activity of different plant parts of *Melia azedarach* on *Xanthogaleruca luteola*. *Fitoterapia* **77**: 500-505.
- DE LIÑÁN, C. 1998. Entomología Agroforestal. Ediciones Agrotécnicas S.L., Madrid, España. 1.039 p.
- DREISTADT, S., DAHLSTEN, D., LAWSON, A. 2001. Elm leaf beetle. Publication 7403. Davis, CA. UC Statwide IPM Project. University of California. 6 p.
- ESCALA, M., DA SILVA, F., SOUTO, C. 1979. Una plaga de los olmos en Portugal, *Pyrrhalta luteola* Müll. (Coleoptera: Chrysomelidae). *Bol. Serv. Plagas*, **5**: 73-78.
- FOLCIA, A., MICHETTI, M., PELICANO, A. 2005. Aspectos biológicos y preferencia alimentaria de la vaquita del olmo *Xanthogaleruca luteola* (Müller) (Coleoptera: Chrysomelidae). *IDESIA (Chile)*, **23** (3): 7-12.
- HALL, R. 1986. Preference for and suitability of elm for adult elm leaf beetle (*Xanthogaleruca luteola*). *Environmental Entomology*, **15** (1): 143-146.
- HERNÁNDEZ, J. 2004. Inventarios forestales urbanos. En: Curso: Manejo de la vegetación urbana para profesionales. Proyecto FONDEF D001 1078. Santiago. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Chile. 27 p.
- JACKSON, D., JACKSON, T. 2008. Establecimiento del escarabajo de la hoja del olmo, *Xanthogaleruca luteola* (Müller)(Coleoptera: Chrysomelidae), en Chile. *Acta Entomológica Chilena*, **32** (1-2): 27-34.
- KHALILI, M., HATAMI, B., SEYEDOLESLAMI, H. 2003. Host preference of three elms and hackberry for elm leaf beetle, *Xanthogaleruca* (= *Pyrrhalta*) *luteola* (Coleoptera: Chrysomelidae). *Forest Ecology and Management*, **186**: 207-212.
- KING, J., PRICE, R., YOUNG, J., WILLSON, L., PINKSTON, K. 1985. Influence of temperature on development and survival of the immature stages of the elm leaf beetle, *Pyrrhalta luteola* (Müller) (Coleoptera: Chrysomelidae). *Environmental Entomology*, **14** (3): 272-274.
- HALL, R. 1986. Preference for and suitability of elm for adult elm leaf beetle (*Xanthogaleruca luteola*). *Environmental Entomology*, **15** (1): 143-146.
- KING, J., PRICE, R., YOUNG, J., WILLSON, L., PINKSTON, K. 1985. Influence of temperature on development and survival of the immature stages of the elm leaf beetle, *Pyrrhalta luteola* (Müller) (Coleoptera: Chrysomelidae). *Environmental Entomology*, **14** (3): 272-274.
- LEOFFE, G. 2002. First release of the elm leaf beetle parasitic fly. NRE Frankston: Keith Turnbull Research Institute, **19**: 1-3.
- MAISTRELLO, L., LÓPEZ, M., SORIA, F., OCETE, R. 2005. Growth inhibitory activity of *Daphne gnidium* L. (Thymelaeaceae) extracts on the elm leaf beetle (Col., Chrysomelidae). *Journal of Applied Entomology* **129** (8): 418-424.
- MARTÍN, E., HERNÁNDEZ, R., CAÑADA, J., IBARRA, N., PÉREZ, V., LÓPEZ, M., DELGADO, J. 2001. Galeruca del olmo, *Xanthogalerucella luteola* Müll. Informaciones Técnicas, Departamento de Medio Ambiente. Gobierno de Aragón. 4 p.
- MARTÍNEZ, M. 2005. Bases para el manejo del arbolado urbano de las principales vías de acceso a la comuna de Maipú, Región Metropolitana. Memoria Ing. Forestal. Santiago. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Forestales. 129 p.
- MEINERS, T., HACKER, N., ANDERSON, P., HILKER, M. 2005. Response of the elm leaf beetle to host plants induced by oviposition and feeding: the infestation rate matters. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, **115**: 171-177.
- MUÑOZ, C., PÉREZ, V., COBOS, P., HERNÁNDEZ, R., SÁNCHEZ, G. 2003. Sanidad Forestal. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid. 574 p.
- ROMANYK, M. Y. CADAHIA, D. 2002. Plagas de insectos en las masas forestales. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, España. 336 p.
- SAG (Servicio Agrícola y Ganadero). 2005. Informativo Fitosanitario Forestal N°2. Informativo de la Unidad de Vigilancia y Control de Plagas Forestales y Exóticas Invasoras del Servicio Agrícola y Ganadero. Santiago, Chile. 4 p.
- SAG (Servicio Agrícola y Ganadero). 2010. Informativo Fitosanitario Forestal N°4. Informativo del Subdepartamento de Vigilancia y Control Oficial Forestal. División Protección Agrícola y Forestal. Santiago, Chile. 8 p.
- SENDI, J., ARBAB, A., ALIAKBAR, A. 2005. The efficacy of aqueous plant extracts of wormwood and dwarf elder against elm leaf beetle *Xanthogaleruca luteola* Müll. (Col.: Chrysomellidae). *Agricultural Science (Trabriz)* **15** (1): 115-120.
- SHEKARI, M., SENDI, J., ETEBARI, K., ZIBAE, A., SHADPARVAR, A. 2008. Effects of *Artemisia annua* L. (Asteraceae) on nutritional physiology and enzyme activities of elm leaf beetle, *Xanthogaleruca luteola* Müll. (Coleoptera: Chrysomellidae). *Pesticide Biochemistry and Physiology*, **9**: 66-74.
- WEGENER, R., SCHULZ, S., MEINERS, T., HADWICH, K., HILKER, M. 2001. Analysis of volatiles induced by oviposition of elm leaf beetle, *Xanthogaleruca luteola*, on *Ulmus minor*. *Journal of Chemical Ecology*, **27** (3): 499-515.

(Recepción: 28 diciembre 2010)

(Aceptación: 1 febrero 2011)

## COMUNICACIÓN

### The western conifer seed bug *Leptoglossus occidentalis* Heidemann, 1910 (Heteroptera: Coreidae) in Portugal

E. SOUSA, P. NAVES

*Leptoglossus occidentalis* Heidemann, 1910 (Heteroptera) is reported from Tróia peninsula, South of Lisbon, Portugal. This insect is native to North America and is an important pest of pines, affecting the cones and seeds. In Europe was detected for the first time in Italy in 1999, and subsequently spread through most of western and central Europe. Adult specimens were collected in October 2010 in a maritime pine (*Pinus pinaster*) forest with some stone pines (*Pinus pinea*) also present. The host(s) and population levels of *L. occidentalis* are unknown, although this exotic insect may eventually pose a threat to the *P. pinea* seed industry.

E. SOUSA, P. NAVES. Instituto Nacional dos Recursos Biológicos (National Institute for Biological Resources), I.P., Unidade de Silvicultura e Produtos Florestais Quinta do Marquês, 2780 - 159 Oeiras, Portugal.

**Key words:** Pest, pine cones, seeds, Pinus.

## INTRODUCTION

*Leptoglossus occidentalis* Heidemann, 1910 (Heteroptera: Coreidae) is a Hemiptera native to North America, where it can be found from Canada to Mexico (MCPHERSON *et al.*, 1990). It was accidentally introduced in Italy in 1999 (TAYLOR *et al.*, 2001; VILLA *et al.*, 2001), rapidly spread to nearby countries and within a decade it colonized most of western and central Europe, from Spain to Poland (see RABITSCH, 2008 and EPPO, 2010 for reviews). According to RABITSCH (2010), this wide range is the result of multiple introductions into Europe, with additional secondary translocations within it.

Adult insects feed on the young seeds or flowers of over 40 species of conifers, mainly *Pinus* sp. and *Pseudotsuga menziesii*. While feeding, the insects cause the destruc-

tion and infertility of the seeds, and therefore *L. occidentalis* is regarded as a pest of conifer seed nurseries in its native North America (MITCHELL, 2000; REID *et al.*, 2009).

## MATERIAL AND METHODS

In October 2010 INRB, IP technicians captured 23 adult insects in a maritime pine forest in Tróia peninsula. Specimens were hand-collected and taken to the INRB laboratories in Oeiras, where they were identified with the keys of GIBSON (1917) and MCPHERSON *et al.*, (1990). Among the significant morphological characteristic features of *Leptoglossus occidentalis* is the inverted white zigzag mark across the centre of the forewing, the leaf-like expansions on the hind tibiae, the reddish-brown to grey-

brown coloration and a length of approximately 20 mm.

Insects collected in Tróia were determined to be *L. occidentalis*, confirming the very recent detection of this pest in Portugal (GROSSO-SILVA, 2010).

## RESULTS AND DISCUSSION

### *Leptoglossus occidentalis* Heidemann, 1910

**Material examined:** Tróia peninsula, near Tróia, N 38°28' W 8°52', 6.x.2010, 23 adults, P. Naves det. & coll., from *Pinus pinaster* trees. All material is deposited in the entomological collection of the INRB, I.P. Institute, Oeiras, Portugal.

Portugal was one of the last countries in Western Europe to be colonized by *L. occidentalis*. Due to its the recent detection, nothing is known about its host(s) and population levels, although a national survey is being prepared. The species had recently been recorded from northern Portugal, this is the first record South of the Tagus river and in a pine forest.

*L. occidentalis* is easily moved as egg, nymph, or adult with the international trade

of conifer plants and wood materials. Tróia is located only four kilometers from the Setúbal maritime port, where there is an important trade of timber and wood products with other European ports. According to DUSOULIER *et al.* (2007), at least five recent introductions of *L. occidentalis* in Europe were near ports with significant commercial activity.

*L. occidentalis* is considered a pest of conifer seed nurseries because the feeding adults pierce the cones of the host plants, suck the endosperm and cause abortion of the seed, reducing the overall fertility (BATES and BORDEN, 2005; MITCHELL, 2000). In Portugal, special attention should be given to the possibility of *L. occidentalis* attacking *P. pinea* cones, as the edible seeds are considered a gastronomic delicacy and a high-income forestry product, with over 50.000 tones of cones harvested each year, worth over 20 million € (Costa *et al.*, 2008). Additionally, attacks on other species, such as maritime pine and native Junipers should also be monitored as these are also economically and ecologically important native species, which could be affected by the presence of this new exotic insect.

## RESUMEN

SOUSA, E., P. NAVES. 2011. La chinche de los piñones *Leptoglossus occidentalis* Heidemann, 1910 (Heteroptera: Coreidae) en Portugal. *Bol. San. Veg. Plagas*, 37: 65-67.

*Leptoglossus occidentalis* Heidemann, 1910 (Heteroptera) avistado en Portugal. Es un insecto nativo de Norteamérica y es una plaga para las coníferas, afectando los piñones y las semillas. En Europa se detectó por primera vez en Italia en 1999, y posteriormente se propagó a través de la mayor parte de Europa occidental y central. Se han colectado especímenes adultos en la península de Tróia, al sur de Lisboa, en Octubre de 2010, en una especie de pino marítimo (*Pinus pinaster*) y en algunas zonas de pino piñonero (*Pinus pinea*). El rango de hospederos y el nivel poblacional de *L. occidentalis* se desconocen todavía, aunque este insecto exótico puede llegar a representar una amenaza para la industria de piñones de *P. pinea*.

**Palabras clave:** plaga, piña, semilla, Pinus.

## REFERENCES

- BATES, S. L., BORDEN, J. H. 2005. Life table for *Leptoglossus occidentalis* Heidemann (Heteroptera: Coreidae) and prediction of damage in lodgepole pine seed orchards. *Agr. Forest Entomol.*, **7** (2): 145-151.
- COSTA, R., EVARISTO, I., BATISTA, D., AFONSO, S., CARRASQUINHO, I., SOUSA, E., INÁCIO, L., CAPELO, J., SANTOS, L., GOMES, J., VACAS DE CARVALHO, M. A. 2008. *Condição de Povoamentos de Pinheiro Manso e Características Nutricionais do Pinhão*. Costa, R. & Evaristo I., eds. Edição INRB - Projecto Agro 945. 50 pp.
- DUSOULIER, F., LUPOLI, R., ABERLENC, H. -P., STREITO, J. -C. 2007. L'invasion orientale de *Leptoglossus occidentalis* en France: bilan de son extension biogéographique en 2007 (Hemiptera Coreidae). *L'Entomologiste*, **63** (6): 303-308.
- EPPO, 2010. *Leptoglossus occidentalis: an invasive alien species spreading in Europe*. EPPO Reporting Service – Pests & Diseases, 1: 8-12.
- GIBSON, E. H. 1917. Key to the Species of *Leptoglossus* Guér. occurring north of Mexico. *Psyche*, **24**: 69-72.
- GROSSO-SILVA, J. M. 2010. The North American western conifer seed bug, *Leptoglossus occidentalis* Heidemann, 1910 (Hemiptera, Coreidae), new to Portugal. *Arquivos Entomolológicos*, **4**: 37-38.
- MCPHERSON, J. E., PACKAUSKAS, R. J., TAYLOR, S. J., O'BRIEN, M. F. 1990. Eastern Range Extension of *Leptoglossus occidentalis* with a key to *Leptoglossus* species of America North of Mexico (Heteroptera: Coreidae). *Great Lakes Entomol.*, **23** (2): 99-104.
- MITCHELL, P. L. 2000. Leaf-Footed Bugs (Coreidae). In: SCHAEFER, C. W. & PANIZZI, A. R. (Eds.). *Heteroptera of Economic Importance*. CRC Press, Boca Raton, FL, pp. 337-403.
- RABITSCH, W. 2008. Alien True Bugs of Europe (Insecta: Hemiptera: Heteroptera) *Zootaxa*, **1827**: 1-44.
- RABITSCH, W. 2010. True Bugs (Hemiptera, Heteroptera). Chapter 9.1. In: Roques A et al. (Eds) *Alien terrestrial arthropods of Europe. BioRisk. Special Issue*, **4**: 407-403.
- TAYLOR, S.J., TESCARI, G., VILLA, M. 2001. A nearctic pest of Pinaceae accidentally introduced into Europe: *Leptoglossus occidentalis* (Heteroptera: Coreidae) in northern Italy. *Entomol. News*, **112**: 101-103.
- VILLA, M., TESCARI, G., TAYLOR, S.J. 2001. Nuovi dati sulla presenza in Italia di *Leptoglossus occidentalis* (Heteroptera Coreidae). *Bollettino della Società Entomologica Italiana, Genova*, **133**: 103-112.

(Recepción: 25 enero 2011)  
(Aceptación: 4 febrero 2011)



## Incidencia de insectos perforadores de bellotas en el área de mejora ambiental asociada a la construcción del embalse La Breña II (Sierra Morena Central, Córdoba)

P. GALLARDO, L. MOYANO, A. M. CÁRDENAS

En el presente estudio se han analizado los niveles poblacionales de tres de las especies de carpófagos de quercíneas más perjudiciales en la Península Ibérica: *Curculio elephas* Gyllenhal (Coleoptera: Curculionidae), *Cydia fagiglandana* Zeller y *Cydia splendana* Hubner (Lepidoptera: Tortricidae). Los datos proceden de 12 parcelas incluidas en el plan de actuaciones asociadas a la construcción del embalse "La Breña II". Los 7.000 frutos integrantes de la muestra fueron medidos y examinados, registrando para cada uno de ellos longitud, diámetro, n° de orificios por carpófago y especie causante del daño.

Los resultados indican que los niveles de ataque por curculiónidos son superiores a los de tortricidos, y que la intensidad del daño es independiente del grado de infestación observado en cada parcela. Por otro lado, los análisis estadísticos manifiestan diferencias significativas en la longitud de los frutos sanos y la de los parasitados, y no entre los diámetros y que *Cydia* sp. reduce el tamaño del fruto en mayor medida que el curculiónido.

P. GALLARDO, L. MOYANO, A. M. CÁRDENAS. Departamento de Zoología. Facultad de Ciencias. Universidad de Córdoba. Campus Universitario Rabanales. Edificio Charles Darwin. 14071 Córdoba. [b42gatop@uco.es](mailto:b42gatop@uco.es)

**Palabras clave:** *C. elephas*, *C. fagiglandana*, *C. splendana*, carpófagos, *Quercus*.

### INTRODUCCIÓN

Entre los árboles más representativos del bosque mediterráneo se encuentran las especies pertenecientes al género *Quercus*, principales componentes del estrato arbóreo de bosques y formaciones abiertas (CAÑELLAS *et al.*, 2006). En el sur de la Península Ibérica, la encina (*Q. ilex* L. subsp. *ballota* (Desf.) Samp.) y el alcornoque (*Q. suber* L.) son las dos quercíneas más características (SORIA *et al.*, 2005), siendo los encinares y alcornocales los bosques dominantes de la "Iberia seca". Los frutos de estas especies, las bellotas, se ven afectados por diversos carpófagos que disminuyen su calidad y producción. Tanto desde el punto de vista

económico como ecológico, la actividad trófica de las larvas provoca pérdidas de cuantioso valor. El detrimento de la calidad y cantidad de los frutos afecta de forma negativa tanto a la autorregeneración del bosque mediterráneo y de las dehesas como a la producción, incidiendo muy directamente en uno de los principales aprovechamientos de estos árboles, la montanera (MONTOTOYA, 1989).

La biología de estas especies ha sido ampliamente estudiada en otros países por los daños ocasionados en el fruto del castaño (BURGUES Y GAL, 1981 a y b; GAL Y BURGUES, 1987 a y b; DEBOUZIE, 1984; ROTUNDO *et al.*, 1991; ROTUNDO Y GIACOMETTI, 1986; ROTUNDO Y ROTUNDO, 1986; CHIA-

NELLA *et al.*, 1991; ANTONAROLI, 1992, entre otros); sin embargo, en España la bibliografía existente es referida a la incidencia sobre las especies del género *Quercus* (VILLAGRÁN *et al.*, 2002; VÁZQUEZ *et al.*, 1990; SORIA *et al.*, 1995, 1996, 1997, 1999a y b, 2002 y 2005; SORIA Y OCETE, 1996, entre otros).

En la Península Ibérica destacan por su elevada incidencia *Curculio elephas* Gyllenhal (Coleoptera: Curculionidae), *Cydia fagiglandana* Zeller, *Cydia splendana* Hubner (Lepidoptera: Tortricidae) y, en menor medida, *Pammene fasciana* Linnaeus (Lepidoptera: Tortricidae) (TORRES-VILA *et al.*, 2008).

*C. elephas* es un curculiónido parásito primario de castaños y diversas especies del género *Quercus* como *Q. ilex* y *Q. suber* (SORIA *et al.*, 1995 y 1996; VÁZQUEZ *et al.*, 1990), *Q. petrea* Liebl. (DELPLANQUE *et al.*, 1986) o *Q. virginiana* Mill. (CROCKER Y MORGAN 1983 y 1987). La larva de *C. elephas* (Figura 1A) completa su desarrollo en el interior del fruto, quedando éste completamente perforado y lleno de excrementos

(SORIA *et al.*, 2005), lo que provoca la caída prematura además de la pérdida importante de peso y la aceleración de su degradación.

Los lepidópteros carpófagos de mayor interés son *C. fagiglandana*, *C. splendana* y *P. fasciana*. Las especies del género *Cydia* causan en España daños de considerable importancia en especies pertenecientes a los géneros *Fagus*, *Castanea* y *Quercus* (GÓMEZ DE AIZPÚRUA, 1993). La biología en los tres casos es muy similar aunque los periodos de actividad de vuelo de los imágos no están sincronizados. Así, la más temprana es *P. fasciana* seguida de *C. fagiglandana* y por último *C. splendana*, en correspondencia con su denominación común: tortricido precoz, intermedio y tardío, respectivamente (TORRES-VILA *et al.*, 2008). Los daños producidos por las larvas de estas especies (Figura 1B) difícilmente se diferencian entre sí, las galerías de alimentación destruyen parcialmente las bellotas, cesando en su crecimiento y provocando a su vez, la caída prematura del fruto (VILLAGRÁN *et al.*, 2000).

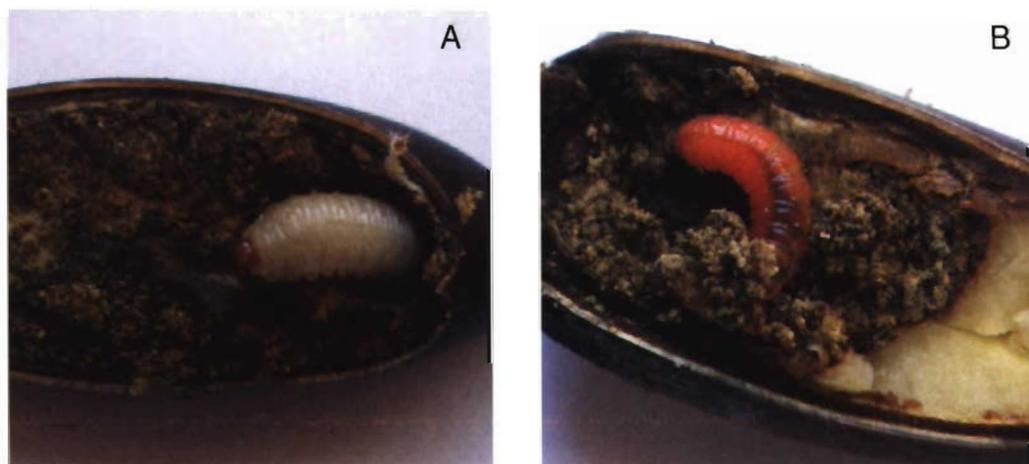


Figura 1. Daños provocados por las larvas de insectos carpófagos. A: larva de *C. elephas*. B: larva de *C. fagiglandana*

El objetivo del presente trabajo es valorar los daños provocados por estos insectos sobre los frutos de encinares y alcorno-

cales del Parque Natural de la Sierra de Hornachuelos mediante el análisis de los niveles poblacionales de estas especies y

de las dimensiones de los frutos que parasitan.

## MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se ha realizado en un conjunto de 12 parcelas situadas en el Parque Natural de la Sierra de Hornachuelos (Córdoba) y su entorno, incluidas en el área de actuaciones establecidas para el proyecto de Medidas Compensatorias asociadas a la construcción de la Breña II (Cuadro 1). Se trata de una zona con predominio de encinares y alcornoques típicos del bosque mediterráneo y las dehesas del sur de España.

El período de muestreo estuvo comprendido entre los meses de noviembre y diciembre de 2007, considerando que en esta época

todas las bellotas ya estarían en el suelo. El método de recolección ha sido una modificación del muestreo sistemático descrito por VILLAGRÁN *et al.* (2002). En cada una de las parcelas de trabajo se eligió al azar el primer árbol dentro de una submuestra y, a partir de él, se siguió un recorrido en zig-zig recogiendo muestras de un total de 10 árboles (encinas o alcornoques según la parcela a estudiar). De cada árbol seleccionado se colectaron al azar entre 50 y 60 bellotas del suelo sobre la superficie de proyección de la copa, éstas se individualizaron en bolsas de plástico herméticas para el traslado al laboratorio, donde se conservaron en cámara fría a temperatura constante de 4º C hasta su posterior procesamiento, de tal manera que el desarrollo de las larvas se ralentizara y se evitara la proliferación de hongos.

Cuadro 1. Relación de parcelas prospectadas. (P: parcelas; P15en: subparcela de encinas; P15al: subparcela de alcornoques)

Denominación	Símbolo	Localidad	UTM
Mesas Bajas	P1	Almodovar	30S 0326786 4197738
Las Mesas	P2	Córdoba-Almodovar	30S 0323505 4198113
Cerro del Trigo	P3	Almodovar-Villaviciosa	30S 0322844 4198706
Llanos de la Iglesia	P4	Villaviciosa	30S 0327867 4206549
Los Baldíos	P5	Córdoba	30S 0335094 4200826
Las Tonadas	P6	Villaviciosa	30S 0323721 4210546
Loma de los Jarales	P7	Villaviciosa-Hornachuelos	30S 0313803 4201722
La Morilla	P12	Villaviciosa	30S 0333645 4213198
Raso del Conejo	P13	Villaviciosa	30S 0332973 4206507
Los Lagares	P14	Almodovar	30S 0317794 4198726
Mezquitilla	P15en	Villaviciosa	30S 0318183 4202660
Mezquitilla	P15al	Villaviciosa	30S 0318556 4202313

A cada fruto se le midió longitud y anchura máxima y se observó exteriormente para identificar y contabilizar los orificios de salida de las larvas, diferenciándolos por su forma y tamaño. *C. elephas* realiza orificios mayores, de un tamaño similar al corte transversal de la larva, semicircular por el dorso y aplanado ventralmente; en cambio, los orificios de *Cydia* sp. son más pequeños y de sección más irregular, difícilmente diferenciables en ambas especies (SORIA *et al.*, 1999), por este motivo los daños atribuibles a estas dos especies se dan de forma conjunta. Una vez identificados los orificios, las bellotas se abrieron longitudinalmente, anotando el número de larvas de cada especie encontradas en el interior. Si el tamaño del orificio de salida de la larva generó alguna duda sobre el agente causante, se resolvió examinando los excrementos del interior del fruto: finos y compactos para el caso de *C. elephas* y en forma de pequeños grumos unidos por hilos de seda para *Cydia* sp. (VILLAGRÁN *et al.*, 2002).

Las estimas de población de estos fitófagos se basaron en el cálculo del grado de infestación (% de frutos dañados respecto al total examinado) y de la intensidad de población (nº larvas y orificios de salida frente al total de frutos afectados) (SORIA *et al.*, 1997 y 1999a). Para determinar si la infestación por insectos carpófagos tiene efecto en el tamaño de fruto, se ha realizado la prueba T de Student a la matriz de datos de muestras independientes mediante el programa estadístico SPSS, una vez comprobado que la distribución de los datos cumple las condiciones de normalidad requeridas para análisis paramétricos (ZAR, 1984).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Niveles poblacionales

Se presentan los resultados para un total de 7.000 frutos afectados por algunas de las tres especies más comunes en frutos de encina y alcornoque: *C. elephas*, *C. fagiglan-*

*dana* y *C. splendana*. Sólo una larva de *P. fasciana* ha sido hallada en un fruto de encina.

Del total de bellotas estudiadas, 2.713 resultaron dañadas por alguna especie de carpófago, lo que representa un 38,7% del total de la muestra analizada. Los resultados indican que la proporción de daños de ambos perforadores difieren según la especie de *Quercus*: mientras que en encina sólo afecta a un 32,9% de frutos, en alcornoque llega a más de la mitad de la producción de bellotas (51,02%).

Del análisis del nivel de infestación para el total de frutos dañados se deduce que los fitófagos están presentes en todas las parcelas de muestreo y con unos valores significativamente altos si se comparan con los obtenidos por otros autores en zonas próximas como el Parque Natural de la Sierra Norte de Sevilla (SORIA *et al.*, 1995, 1997, 1999b, 2002; VILLAGRÁN *et al.*, 2002). En los encinares del sur de Extremadura, la incidencia de esta plaga supera la mitad de la producción de bellotas (VÁZQUEZ *et al.*, 1990). Como es esperable, dadas la heterogeneidad y distancia entre las parcelas de estudio, los resultados obtenidos son muy dispares, estableciéndose un amplio rango de infestación que oscila entre un 9,2% y un 75,6% (Cuadro 2).

Teniendo en cuenta la composición de la masa forestal (pura o mixta) y la especie vegetal predominante en cada parcela, se detecta mayor incidencia de estos fitófagos en alcornoques (Figura 2), señalando además que las parcelas en las que se registran altos niveles de infestación en frutos de encina corresponden a zonas con formaciones de bosque mixto, donde aún no siendo el alcornoque la especie predominante, forma parte de la masa forestal (P3 y P5). Las parcelas con los niveles de infestación más bajos, están conformadas por encinar puro (P1, P12, P15en). La clara preferencia por este tipo de masa forestal fue apuntada por SORIA *et al.* (1995) en su estudio sobre la incidencia de *C. elephas* en el Parque Natural de la Sierra Norte de Sevilla.

Cuadro 2. Nivel de infestación e intensidad de la población por especies para el total de frutos analizados en cada parcela de estudio (P: parcelas; P15en: subparcela de encinas, P15al: subparcela de alcornoques)

Parcelas	Total		<i>C. elephas</i>		<i>Cydia</i> sp.	
	N.I. (%)	I.P.	N.I. (%)	I.P.	N.I. (%)	I.P.
P1	13	1,25	8	1,38	5	1,04
P2	75,6	1,15	26,6	1,17	51,2	1,09
P3	66,4	1,31	46,4	1,31	25	1,06
P4	59,2	1,79	28,4	1,48	42	1,48
P5	52	1,55	38,8	1,43	19,2	1,31
P6	40,8	1,27	17,4	1,32	26,4	1,1
P7	22,2	1,18	15,6	1,23	7	1
P12	9,2	1,35	7,2	1,44	2	1
P13	40,8	1,5	28,6	1,5	16,6	1,07
P14	43,4	1,45	27,8	1,48	19,2	1,13
P15en	23,2	1,39	20,4	1,37	4	1,05
P15al	32,6	1,09	11,4	1,12	22	1,04

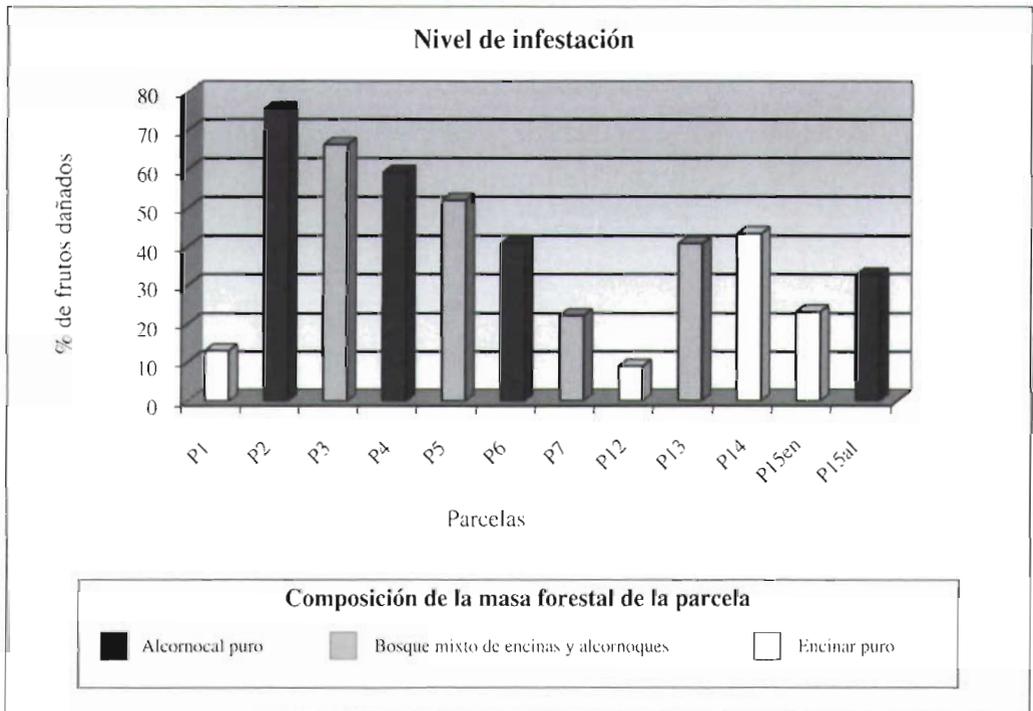


Figura 2. Nivel de infestación por insectos carpófagos para el total de frutos muestreados en cada una de las parcelas de estudio

Cotejando los resultados obtenidos por especies de carpófagos (Cuadro 2) cabe señalar, en primer lugar, la presencia de *C. elephas* y *Cydia* sp. en todos los puntos de muestreo. *C. elephas* es la especie más abundante en los frutos analizados con un 22,6% del total de la muestra, en tanto que alguna o ambas especies de *Cydia* sp. afectaron al 18,6% del total. Como se puede observar en la figura 3, los niveles de infestación registrados en gran parte de las zonas de estudio han sido especialmente altos, si bien la incidencia de ambos fitófagos en las distintas parcelas de estudio es desigual, alcanzando índices más o menos elevados dependiendo del tipo de formación. Valores más altos de infestación por lepidópteros ocurren en formaciones de *Q. suber* (Figuras 2 y 3). De otro lado, el porcentaje de infestación por *C. elephas* es superior al de *Cydia* sp. únicamente en zonas con predominio de encinas. Resultados muy similares fueron obtenidos por SORIA *et al.* (1996, 1999 a y b, 2002, 2005), VÁZQUEZ *et al.* (1990) y VILLAGRÁN *et al.* (2002) en encinares andaluces.

Si se analizan los resultados considerando al árbol como unidad de muestreo, se obtienen unos niveles muy altos de infestación en la zona (97,9%). *Cydia* sp. ha estado presente en todos los alcornocques muestreados.

Para completar el estudio sobre la incidencia de las poblaciones de insectos carpófagos en el área se ha calculado la intensidad de la población, que analiza los niveles reales de ataque por fitófagos (SORIA *et al.*, 1995). Este parámetro alcanzó un valor medio de 1,30 larvas-orificios/bellota, indicando que, independientemente del nivel de infestación, cada fruto estaba colonizado por una o dos larvas (Cuadro 2; Figura 4). La intensidad de población del curculiónido asciende a 1,33, mientras que *Cydia* sp. y *P. fasciana* tienen valores algo más bajos (1,11 y 1, respectivamente) y muy similares a los obtenidos por SORIA *et al.* (1999b). El máximo número de curculiónidos encontrados en una sola bellota (larvas+orificios) ha sido cinco, al igual que *Cydia* sp., aunque el nivel real de ataque obtenido es inferior al de *C. elephas*, en tres frutos se han encontrado cinco lar-

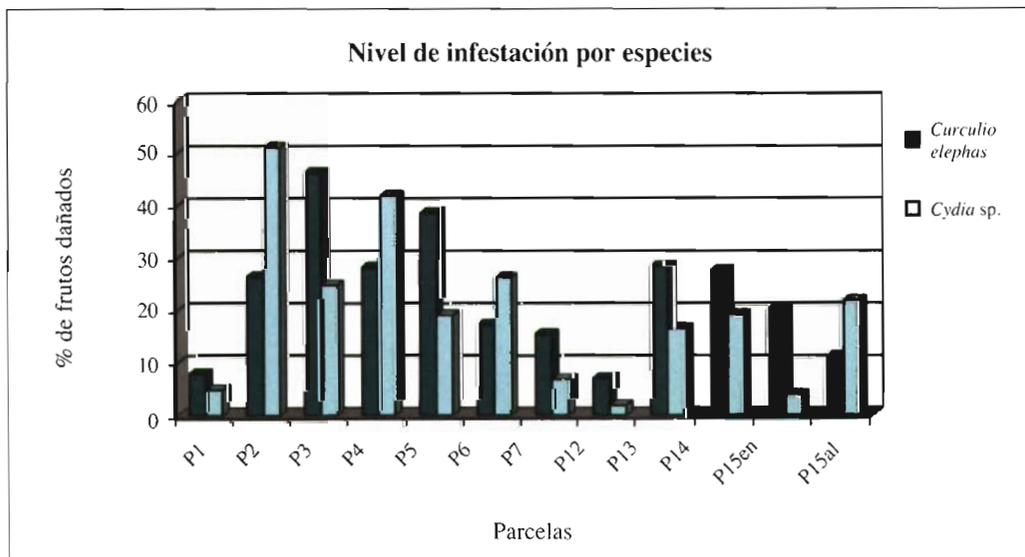


Figura 3. Nivel de infestación por especie de carpófago para el total de frutos muestreados en cada una de las parcelas de estudio

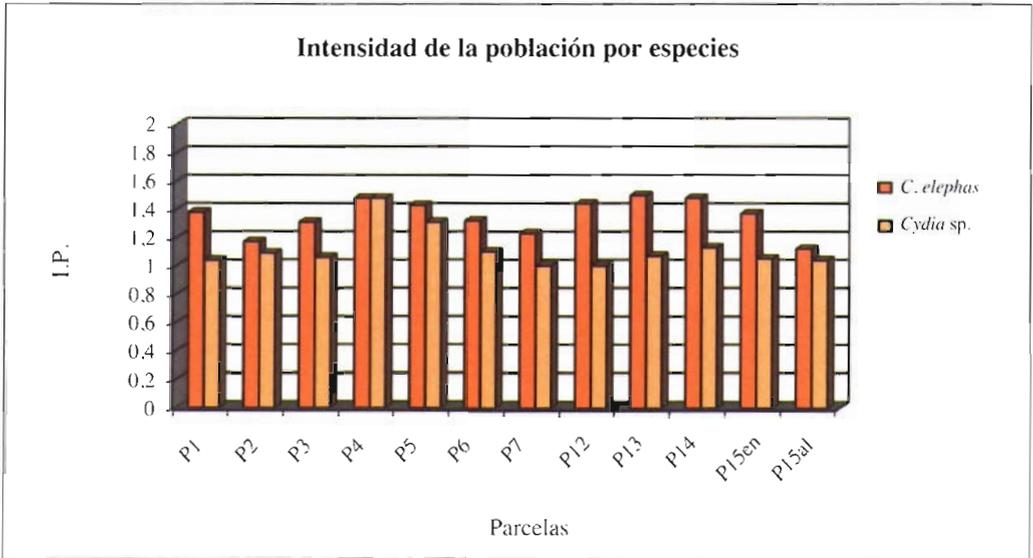


Figura 4. Intensidad de la población por especies de carpófagos para el total de frutos muestreados en cada una de las parcelas de estudio. I.P.: intensidad de la población

vas/orificios de este lepidóptero. Esto indica que varias hembras han realizado la puesta sobre el mismo fruto, ya que *C. elephas* suele poner 1 o 2 huevos y, muy raramente, 3 (BURGUÉS Y GAL, 1981b; COLLIZA, 1929 y RUPÉREZ, 1960), mientras que *Cydia sp.* pone los huevos aisladamente, de uno en uno sobre los frutos recién formados (GÓMEZ DE AIZPÚRUA, 1993). Por esta razón es difícil encontrar más de un individuo del tortricido por bellota afectada, salvo que una pequeña proporción de larvas de *C. fagiglandana* pueda trasladarse a otro fruto para completar su desarrollo (SORIA *et al.*, 1999a) o, un mismo fruto este colonizado por ambas especies de *Cydia sp.*

Los resultados obtenidos para cada parcela de estudio y especie de carpófagos indican que, en términos generales, los niveles

de ataque del coleóptero son superiores a los de *Cydia sp.* y que la intensidad del daño es independiente del nivel de infestación estimado en cada una de las parcelas.

**Relación infestación-tamaño del fruto**

Con la finalidad de comprobar si la infestación por insectos carpófagos afecta al tamaño final del fruto, se ha comparado el tamaño medio de los frutos sanos con el de los afectados.

En el Cuadro 3 se indican los valores morfométricos medios correspondientes tanto a frutos sanos como a infestados. La comparación estadística indicó que la longitud media de las bellotas afectadas es significativamente inferior a la de las sanas.

Cuadro 3. **Tamaño medio (cm) de frutos sanos e infestados por insectos carpófagos.**  
 $\bar{x}$ : media aritmética, DE: desviación estándar, N: número de bellotas

	Frutos sanos	Frutos infestados	Test
	$\bar{x} \pm DE$ (N=4.287)	$\bar{x} \pm DE$ (N=2.713)	t
Anchura	1.43±0.25	1.44±0.25	t= -1.5 P>0.05
Longitud	3.36±0.56	3.12±0.64	t= 15.6 P<0.05

Si se aíslan los tamaños medios de los frutos dañados por las distintas especies de carpófagos y se comparan independientemente (Cuadros 4 y 5), se vuelve a evidenciar una disminución en las longitudes medias de los frutos afectados. El resultado estadístico de los datos morfométricos carece de significación al comparar el diámetro de bellotas sanas y las atacadas por cada uno de estos fitófagos, aunque se pone de manifiesto diferencias significativas entre la longitud de los frutos sanos y la de los parasitados.

Según estos resultados, la infestación por *C. elephas* y *Cydia* sp. repercute directamente en la longitud de las bellotas, es decir, inciden claramente en el crecimiento del fruto pero no en su engorde como apuntan los resultados obtenidos por SORIA *et al.* (1996) para el fruto de la encina. Si bien, SORIA *et al.* (1999b) encuentra diferencias significativas para ambos parámetros. Por último cabe destacar que la disminución de tamaño del fruto que provocan las especies de *Cydia* sp. son mayores que las ocasionadas por el curculiónido.

Cuadro 4. Tamaño medio (cm) de frutos sanos e infestados por *C. elephas*.  
 $\bar{x}$ : media aritmética, DE: desviación estándar, N: número de bellotas

	Frutos sanos	Frutos infestados	Test
	$\bar{x} \pm DE$ (N=4.287)	$\bar{x} \pm DE$ (N=1.415)	t
Anchura	1,43 $\pm$ 0,25	1,43 $\pm$ 0,24	t= -0,8 P>0,05
Longitud	<b>3,36<math>\pm</math>0,56</b>	3,27 $\pm$ 0,58	t= 4,59 P<0,05

Cuadro 5. Tamaño medio (cm) de frutos sanos e infestados por *Cydia* sp.  
 $\bar{x}$ : media aritmética, DE: desviación estándar, N: número de bellotas

	Frutos sanos	Frutos infestados	Test
	$\bar{x} \pm DE$ (N=4.287)	$\bar{x} \pm DE$ (N=1.134)	t
Anchura	1,43 $\pm$ 0,25	1,43 $\pm$ 0,25	t= -0,4 P>0,05
Longitud	<b>3,36<math>\pm</math>0,56</b>	2,93 $\pm$ 0,66	t= 21,7 P<0,05

#### ABSTRACT

GALLARDO, P., L. MOYANO, A. M. CÁRDENAS. 2011. Incidence of acorn-boring insects in the area of environmental improvement associated to The Breña II dam (Central Sierra Morena mountains, Cordoba). *Bol. San. Veg. Plagas*, **37**: 69-78.

On this paper the population levels of carpophagous species from the oak forests in the Iberian Peninsula are analyzed: *Curculio elephas* Gyllenhal (Coleoptera: Curculionidae), *Cydia fagiglandana* Zeller and *Cydia splendana* Hubner (Lepidoptera: Tortricidae). Data were taken from 12 plots included in the plan of actions associated to the construction of the dam "La Breña II". The sample was constituted by a total of 7.000 acorns which were checked in damage and measured in length and diameter. For each acorn, the holes number and the species causative of that damage were also considered.

The results show that the damage levels of the weevils are higher than that of the tortricids. In addition, the intensity of damage is independent of the infection degree observed in each plot. On the other hand, the statistical analysis revealed significant differences in the length of the acorn when they are affected by carpophagous insects. Nevertheless, no significant differences were detected if their respective diameters are compared. In relation to the fruits size, the results suggest that *Cydia* sp. reduces the acorn size in a greater extent than *C. elephas*.

**Key words:** *C. elephas*, *C. fagiglandana*, *C. splendana*, carpophagous, *Quercus*.

REFERENCIAS

- ANTONAROLI, R. 1992. Primo anno di catture nel modenese di torrici del castagno mediante trappole a feromoni sessuali. *Informatore fitopatologico*, **9**: 47-49.
- BURGUÉS, G., GAL, T. 1981a. Zur Verbreitung und Lebensweise des Kastanienrülers (*Curculio elephas* Gyll., Col., Curculionidae) in Ungarn. 1. Verbreitung, schaden, schwärmen und Geschlechterverhältnis. *Sonderdruck aus Bd.*, **91**: 375-382.
- BURGUÉS, G., GAL, T. 1981b. Zur Verbreitung und Lebensweise des Kastanienrülers (*Curculio elephas* Gyll., Col., Curculionidae) in Ungarn. 2. *Sonderdruck aus Bd.*, **92**: 35-41.
- CAÑELLAS, I., ROIG, S., MONTERO, G. 2006. Pruning influence on acorn yield in cork oak open woodland. En: MOSQUERA, M.R., MCADAM, L., RIGU LIRO, A. (Eds). *Silvopastoralism and Sustainable Land Management*. CABI Publishing, Oxfordshire, UK.
- CHIANELLA, M., TERTAGLIA, A., BATOCCHI, R., GRIECO, G., CASCIELLO, N. 1991. Difesa del castagno da cidie e balanino. *L'Informatore Agrario*, **30**: 74-75.
- COLIZA, C. 1929. Contributo alla conoscenza del Balanino delle Castagne (*Balaninus elephas*: Insecta Coleoptera). *Boll. Lab. gen. e agr. Portici*, **XXII**: 244-262.
- CROCKER, R. L., MORGAN, D. L. 1983. Control of weevil (*Curculio* sp.) Larvae in Acorns of the Live Oak (*Quercus virginiana*) by Heat. *HortScience*, **18** (1): 106-107.
- CROCKER, R. L., MORGAN, D. L. 1987. Effect of microwave treatment of live oak acorns on germination and on *Curculio* sp. (Col., Curculionidae) larvae. *J. Econ. Entomol.*, **80**: 916-920.
- DEBOUZIE, D. 1984. Analyse exhaustive d'un châtaignier: effectifs des fruits et des insectes (*Laspeyresia splendana* Hubner et *Balaninus elephas* Gyll.). *Fruits*, **39** (7-8): 483-486.
- DELPLANQUE, A., AUGUSTIN, S., MELREAU, C. 1986. Analysis of the repartition of *Curculio* and *Laspeyresia* in the acorn production of one Oak (*Q. petraea*) in Central France. Proceedings of the 2<sup>o</sup> Conference of the Cone and Seed Insects: 53-58.
- GAL, T., BURGUÉS, G. 1987a. Zur verbreitung und lebensweise der Eichemotte (*Laspeyresia splendana* Hbn.; Lep., Tortricidae) in Ungarn. 1. Verbreitung, schaden un schwärmen. *J. Appl. Ent.*, **103**: 127-135.
- GAL, T., BURGUÉS, G. 1987b. Zur verbreitung und lebensweise der Eichemotte (*Laspeyresia splendana* Hbn.; Lep., Tortricidae) in Ungarn. 2. Bionomie un natürliche feinde. *J. Appl. Ent.*, **103**: 363-368.
- GÓMEZ DE AIZPURUA, C. 1993. *Cydia fagiglandana* (Zeller, 1841). Lep. Tortricidae, en España. *Bol. San. Veg. Plagas*, **19**: 389-400.
- MONTOYA, J. M. 1989. *Encinas y encinares*. Ed. Mundi-Prensa, Madrid.
- ROTUNDO, G., GIACOMETTI, R. 1986. Realtà e prospettive di lotta alle torrici delle castagne. *L'Informatore Agrario*, **XLII** (41): 69-73.
- ROTUNDO, G., ROTUNDO, A. 1986. Principali fitofagi delle castagne: recenti acquisizioni sul controllo chimico e biologico. *Gionate di studio sul castagno*: 3-19.
- ROTUNDO, G., GIACOMETTI, R., CRISTOFARO, A. 1991. Sulla dannosità dei principali fitofagi del castagno in alcune aree dell'Italia meridionale. *Atti XVI Congresso nazionale italiano di Entomologia*.
- RUPÉREZ, A. 1960. Localización del huevo del *Balaninus elephas* Gyll. con relación al daño denominado "melazo" de la bellota de la encina (*Q. ilex* Oerst.). *Bol. Serv. Plagas For.*, **6**: 133-145.
- SORIA, F. J., VILLAGRÁN, M., DEL TIO, R., OCETE, M. E. 1995. Incidencia de *Curculio elephas* Gyll. (Col., Curculionidae) en alcornocales y encinares del parque natural Sierra Norte de Sevilla. *Bol. San. Veg. Plagas*, **21**: 195-201.
- SORIA, F. J., CANO, E., OCETE, M. E. 1996. Efectos del ataque de fitófagos perforadores en el fruto de la encina (*Quercus rotundifolia* Lam.). *Bol. San. Veg. Plagas*, **22** (2): 427-432.
- SORIA, F. J., OCETE, M. E. 1996. Principales Tortricidos perforadores del fruto del alcornoco en la sierra norte de Sevilla. *Bol. San. Veg. Plagas*, **22**: 63-69.
- SORIA, F. J., VILLAGRÁN, M., OCETE, M. E. 1997. Los estados preimaginales de *Curculio elephas* (Gyllenhal, 1836) (Coleoptera, Curculionidae). *Nouv. Revue Ent.*, **14**: 183-189.
- SORIA, F. J., VILLAGRÁN, M., MARTÍN, P., OCETE, M. E. 1999a. *Curculio elephas* (Gyllenhal) (Coleoptera: Curculionidae) and *Cydia fagiglandana* (Zeller) (Lepidoptera: Tortricidae) en encina (*Quercus rotundifolia* Lam.): infestación y relaciones interespecificas. *Bol. San. Veg. Plagas*, **25**: 125-130.
- SORIA, F. J., CANO, E., OCETE, M. E. 1999b. Valoración del ataque de *Curculio elephas* (Gyllenhal) (Coleoptera, Curculionidae) and *Cydia* sp. (Lepidoptera, Tortricidae) en el fruto del alcornoco (*Quercus suber* Linné). *Bol. San. Veg. Plagas*, **25**: 69-74.
- SORIA, F. J., JIMÉNEZ, A., VILLAGRÁN, M., OCETE, M. E. 2002. Influencia de la infestación de *Cydia fagiglandana* (Zeller) (Lepidoptera, Tortricidae) en la caída del fruto de la encina. *Bol. San. Veg. Plagas*, **28**: 213-216.
- SORIA, F. J., JIMÉNEZ, M., VILLAGRÁN, M., OCETE, M. E. 2005. Relación entre la colonización de la encina por *Curculio elephas* Gyllenhal (Coleoptera, Curculionidae) y el periodo de caída natural de los frutos. *Bol. San. Veg. Plagas*, **31**: 365-375.
- SPSS statistical software (SPSS Inc. 2000).
- TORRES-VILA, L. M., CRUCES, E., SÁNCHEZ, A., FERRERO, J. J., PONCE, F., MARTÍN, D., AZA, C., RODRÍGUEZ, F., BARRENA, F. 2008. Dinámica poblacional y daños de *Curculio elephas* Gyllenhal (Col.: Curculionidae), *Cydia fagiglandana* Zeller, *Cydia triangulella* Goetze y *Pannone fasciana* L. (Lep.: Tortricidae) sobre *Quercus* y *Castanea* en Extremadura. *Bol. San. Veg. Plagas*, **34**: 329-341.
- VÁZQUEZ, F. M., ESPÁRRAGO, F., LÓPEZ MÁRQUEZ, J. A., JARAQUEMADA, F. 1990. Los ataques de *Curculio elephas* Gyll (*Balaninus elephas*) y *Carpocapsa* sp. L. sobre *Quercus rotundifolia* Lam. en Extremadura. *Bol. San. Veg. Plagas*, **16**: 755-759.
- VILLAGRÁN, M., SORIA, F. J., MARTÍN, P., OCETE, M. E. 2000. Caracterización larvaria de los principales tortricidos perforadores del fruto de quercíneas. *Bol. San. Veg. Plagas*, **26**: 187-192.

VILLAGRÁN, M., JÍMEZ, A., SORIA, F. J., OCETE, M. E. 2002. Muestreo aleatorio simple y muestreo sistemático de las poblaciones de *Curculio elephas* (Gyllenhal) (Col.: Curculionidae) y *Cydia fagiglandana* (Zeller) (Lep.: Tortricidae) en encinas. *Bol. San. Veg. Plagas*, **28**: 59-66.

ZAR, J. H. 1984. *Biostatistical analysis*. Prentice Hall, Inc. Englewood Cliffs, New Jersey.

(Recepción: 21 marzo 2011)

(Aceptación: 18 abril 2011)

## ***Monochamus galloprovincialis* (Olivier, 1795) (Coleoptera: Cerambycidae), comportamiento y distancias de vuelo**

R. HERNÁNDEZ, A. ORTIZ, V. PÉREZ, J. M. GIL, G. SÁNCHEZ

Con el objetivo de conocer el comportamiento y las distancias de vuelo del cerambycido *Monochamus galloprovincialis*, vector del nematodo de la madera del pino, se inició un ensayo en 2009 en la Zona de Mora de Rubielos (Teruel, España), alcanzándose la recaptura más alejada a unos 1.800 m del lugar de suelta. En el año 2010 se ha repetido el ensayo, partiendo de un protocolo similar al del año anterior pero con una distancia inicial de trapeo a 900 m, con marcado individualizado de adultos, con parte de los imagos procedentes de emergencias controladas, y con dos modelos de trampas que tienen la posibilidad de garantizar un gran porcentaje de capturas en vivo sin casi fugas (principalmente son usadas 18 trampas "TorreLSF", un prototipo habitualmente utilizado para ensayos de *Ips acuminatus*). 1198 insectos fueron liberados, 81 de ellos (6,76%) fueron recapturados. Conforme las recapturas iban sobrepasando los 1.500, 2.000, 2.500 y 3.000 m las trampas se iban alejando progresivamente. Hasta mediado el mes de julio no hubo ninguna trampa a más de 1.900 m. La última recaptura ocurre en el mes de Noviembre. De las 81 recapturas, 72 lo fueron una vez, 5 en segunda recaptura, aparte deben señalarse 4 que habían perdido el marcado individualizado. De las 72 recapturadas una vez, un total de 11 (14%) superaron los 3.000 m respecto al punto de suelta, llegando una de ellas a superar los 7.000 m.

R. HERNÁNDEZ, A. ORTIZ, V. PÉREZ, J. M. GIL, Laboratorio de Sanidad Forestal en Mora de Rubielos, Servicio Provincial de Medio Ambiente de Teruel, Departamento de Medio Ambiente, Gobierno de Aragón. E-mail: [labsanfor@aragon.es](mailto:labsanfor@aragon.es).  
G. SÁNCHEZ, Servicio de Sanidad Forestal y Equilibrios Biológicos, Dirección General del Medio Natural y Política Forestal, Ministerio del Medio Ambiente, y Rural y Marino. E-mail: [gsanchez@mma.es](mailto:gsanchez@mma.es).

**Palabras clave:** *Bursaphelenchus xylophilus*, feromonas, *Pinus nigra*, *Pinus pinaster*, *Pinus sylvestris*.

## **INTRODUCCIÓN**

A raíz de la aparición de un foco del nematodo de la madera del pino, *Bursaphelenchus xylophilus* (Steiner et Buhner), Nematoda: Aphelenchodidae, en Cáceres en 2008 (EPPO, 2010a) y posteriormente otro en Pontevedra en 2010 (EPPO, 2010b) cobra especial importancia para España el insecto *Monochamus galloprovincialis* (Olivier), Coleoptera: Cerambycidae, en su calidad de principal vector natural de propagación en nuestro país.

*B. xylophilus*, nematodo de la madera del pino (PWN), es un organismo declarado de cuarentena en la Unión Europea, como agente causante de la enfermedad del marchitamiento de los pinos. En sus lugares de origen, Estados Unidos y Canadá no está considerado un dañador importante sino un organismo saprofito o semisaprofito, registrándose mortandades atribuidas a su acción principalmente sobre especies exóticas de pinos (RUTHERFORD *et al.*, 1990). Sin embargo fuera de su territorio original constituye un agente dañino de gran importancia. Desde

principios del siglo pasado se empiezan a detectar mortalidad de pinos a gran escala en Japón y posteriormente en el extremo oriente relacionados con PWN (MAMIYA, 1988), y su vector natural en dichas latitudes, *Monochamus alternatus* Hope (MAMIYA y ENDA, 1972). Los daños continuaron apareciendo en otros países asiáticos (China, República de Corea, Taiwán...) (MOTA y VIEIRA eds., 2008) y más recientemente se introduce en la Unión Europea a través de Portugal (MOTA *et al.*, 1999), donde su dispersión natural está asociada a *M. galloprovincialis* (SOUSA *et al.*, 2001). De allí parecen provenir los dos focos aislados recientemente detectados en España, que se encuentran actualmente en fase de erradicación (Cáceres a finales del 2008, y Pontevedra en octubre del 2010). Su potencial dañino lo hace ser considerado uno de los mayores peligros para los pinares europeos, en particular los mediterráneos (CADAHÍA, 1999).

*M. galloprovincialis* ocupa bosques de coníferas de Europa, Norte de África, Siberia, Cáucaso y Mongolia (VIVES, 2000, 2001). En la Península Ibérica y Baleares se encuentra extendido por casi todas las zonas de pinar de llanura y media montaña. No existe un conocimiento amplio de su bioecología al haber estado tradicionalmente considerado como un insecto secundario por no producir *per se* daños sobre el arbolado sano. Esta situación ha cambiado radicalmente con la aparición del PWN en el continente europeo. Al igual que ocurre con *M. alternatus* (MAEHARA & FUTAI, 2002), es en la cámara de pupación de *M. galloprovincialis*, donde se produce la agregación de *B. xylophilus* (SOUSA *et al.*, 2001). Su cambio de status, como propagador del nematodo, hace necesario conocer mejor su bioecología, principalmente su período de emergencia, época de vuelo, longevidad y capacidad dispersiva (distancias de vuelo), de gran importancia de cara a la normativa europea para la erradicación del nematodo en los focos de nueva aparición.

El presente trabajo se ha centrado principalmente en el conocimiento de las distan-

cias de vuelo de los imagos de *M. galloprovincialis*. Para ello se ha trabajado con productos atrayentes específicos (ÁLVAREZ *et al.*, 2009) y dispositivos de captura adaptados. La experiencia dio comienzo en el año 2009, con el testado de diversos productos y dispositivos de trapeo, y la suelta posterior de los insectos capturados, marcándolos previamente a su suelta aunque no de una forma individualizada. En 2010, utilizando ya un único complejo caíromonal-feromonal contrastado, y con unas ligeras modificaciones en los dispositivos de captura en vivo de los dos modelos de trampas testadas para evitar al máximo el escape de *Monochamus* del recipiente recolector, se repitió y amplió la experiencia, usando esta vez un sistema de marcado individualizado previo a su suelta.

## MATERIAL Y MÉTODOS

El experimento dio comienzo en 1999 mediante la instalación de los primeros atrayentes a mediados de mayo, con un amplio margen de seguridad sobre las fechas que según la literatura científica (TOMICZEK, 2008), eran consideradas como de inicio de las emergencias (mediados de junio). Una vez comprobada la eficacia atractiva del compuesto, al que acuden machos (Figura 2) y hembras (Figura 3), se procedió a la selección de un modelo de trampa que evitase al máximo la salida de los *Monochamus* capturados. La simple observación *in situ* de los diferentes modelos testados mostró que la "TorreLSF" metálica (Figura 4), usada habitualmente como trampa de referencia en los ensayos de *Ips acuminatus* era la que mejor comportamiento ofrecía, por lo que fue seleccionada para el ensayo dirigido al conocimiento de la distancia de vuelo. El conjunto de la trampa cuelga de un soporte metálico que tiene forma de L invertida y cuya barra horizontal queda, después de clavada, a unos 150 cm de altura desde el suelo.

En el ensayo del 2010 las trampas se colgaron directamente de las ramas inferiores

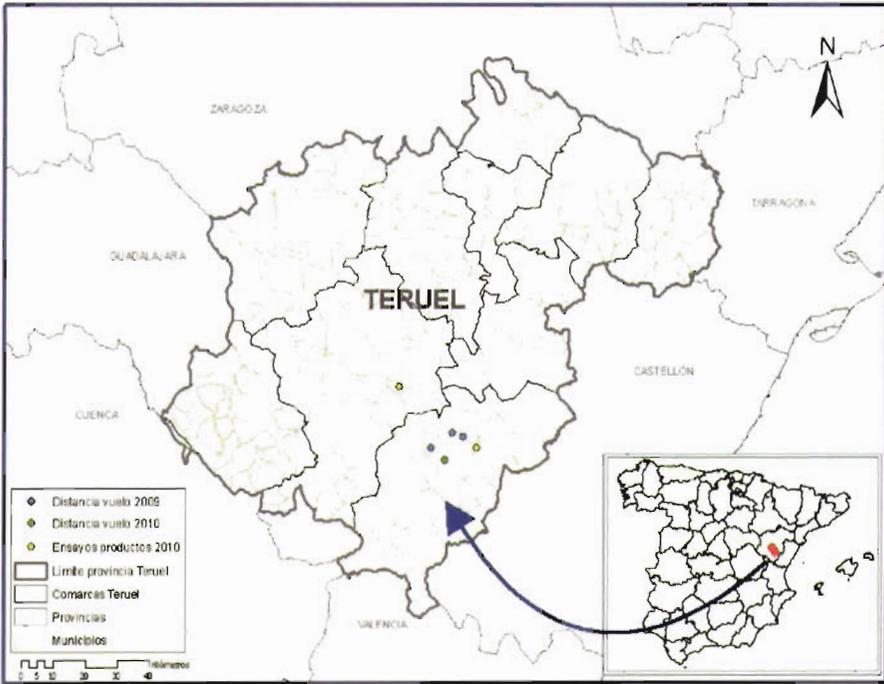


Figura 1. Localización de trampas para el seguimiento de *Monochamus galloprovincialis* 2009-2010



Figura 2. Macho de *M. galloprovincialis*



Figura 3. Hembra de *M. galloprovincialis*

de los pinos quedando a la altura de la vista, con ello se ha buscado una mayor operatividad en la manipulación y en el movimiento de las trampas. Esta modificación invalida los datos obtenidos para un teórico ensayo comparativo de trampas o de productos, ya que en días de viento las hojas secas que caen de los árboles taponarían o dificultarían la entrada al recipiente recolector, distorsionando los datos; pero no para el ensayo de distancia de vuelo en el que la modificación no resulta una variable dependiente.

Ante la necesidad de insectos vivos para la realización del trabajo de 2010 se partió de tres procesos:

- Insectos capturados en las 18 trampas “TorreLSF” del propio ensayo.
- Trozas de pino procedentes de un incendio producido en julio de 2009 e introducidas en una jaula de 3 x 6 m y 2,5 m de altura realizada con estructura metálica y cubierta con malla plástica verde.



Figura 4. Trampa “TorreLSF” metálica

- Insectos procedentes de un ensayo de productos realizado con 24 trampas "Lindgren" de embudos múltiples modificadas<sup>(1)</sup> (Figura 5), y de otra réplica con el mismo modelo y número de trampas. Las revisiones en este caso eran semanales y se utilizaban solo los insectos que parecían estar en buenas condiciones para el vuelo.

Como atrayente se utilizó el distribuido con el nombre comercial GALLOPROTECT 2D compuesto por dos difusores complementarios, uno de 7,5x6 cm conteniendo la feromona de agregación (2-undeciloxi-1-etanol) y el otro de 9x8 cm con varias sustancias caimomonaes (Ipsenol y 2-metil-3buten-1-ol) absorbidas en un soporte (Lote 50.10 de fecha 20/05/10). El atrayente se complementó con dos difusores conteniendo el compuesto terpénico ( $\alpha$ )-pineno.

El dispositivo de captura constó de 18 trampas "TorreLSF" metálicas. El ensayo se realizó en una masa adulta de *Pinus pinaster* y *P. nigra salazmannii* ubicada en los términos municipales de Cabra de Mora, Mora de Rubielos y Valbona, de la provincia de Teruel (Aragón, España). Las trampas se ubicaron en un gradiente altitudinal que ha oscilado entre los 930 m y los 1.365 m s.n.m. En el mapa de la Figura 6 puede observarse las distintas ubicaciones georeferenciadas que han ocupado las 18 trampas a lo largo de toda la experiencia.

Sobre el terreno se marcaron dos puntos, P1 y P2, para realizar la suelta de los insectos, eligiendo un pino en cada uno de ellos en cuyo tronco se depositaban los insectos, concentrándose posteriormente las sueltas en P2. Las trampas se instalaron alrededor de estos puntos de suelta. En su primera distribución y respecto al P2, que fue en el que se soltaron adultos de *Monochamus* hasta el



Figura 5. Trampa "Lindgren" modificada

final de la experiencia, había 6 trampas entre 500 y 1.000 m, 4 entre 1.000 y 1.500, y otras 8 entre 1.500 y 2.000. Las trampas que menos capturaban se iban recogiendo y eran llevadas a mayores distancias, siempre en las proximidades de pistas para poder mantener la frecuencia de recogidas y marcados. Las revisiones de las trampas se realizaban los lunes, miércoles y viernes. En cada revisión se colocan dos o tres trozos finos de rama en el recipiente de captura, para servir de alimento a los *Monochamus* capturados y que estuvieran en condiciones para volar, tras su registro, marcado y posterior suelta.

Los ejemplares capturados, una vez anotada la trampa donde se han recogido, se introducen en cajas individuales perforadas y se llevan al laboratorio. Allí las cajas son colocadas en una nevera a unos 6-8 °C para ralentizar la actividad de los insectos y facilitar su manipulación. Posteriormente se van sacando las cajas una a una de la nevera y si se le considera en condiciones para el vuelo

<sup>(1)</sup> La trampa "Lindgren" se utiliza con 12 embudos, pero en su estado original *Monochamus* se escapa con gran facilidad, por lo que no es operativa para ensayos con este insecto. Para su utilización en ensayos en vivo se realizaron varias modificaciones: el orificio del embudo que desemboca en el recipiente recolector se redujo mediante la prolongación de un tubo que en su parte superior tenía el mismo diámetro del orificio del embudo y en la inferior 2 cm de diámetro; el recipiente de captura se suplementó con otro bote igual duplicando su capacidad cuya base fue sustituida por una malla metálica fina para su drenaje rápido.

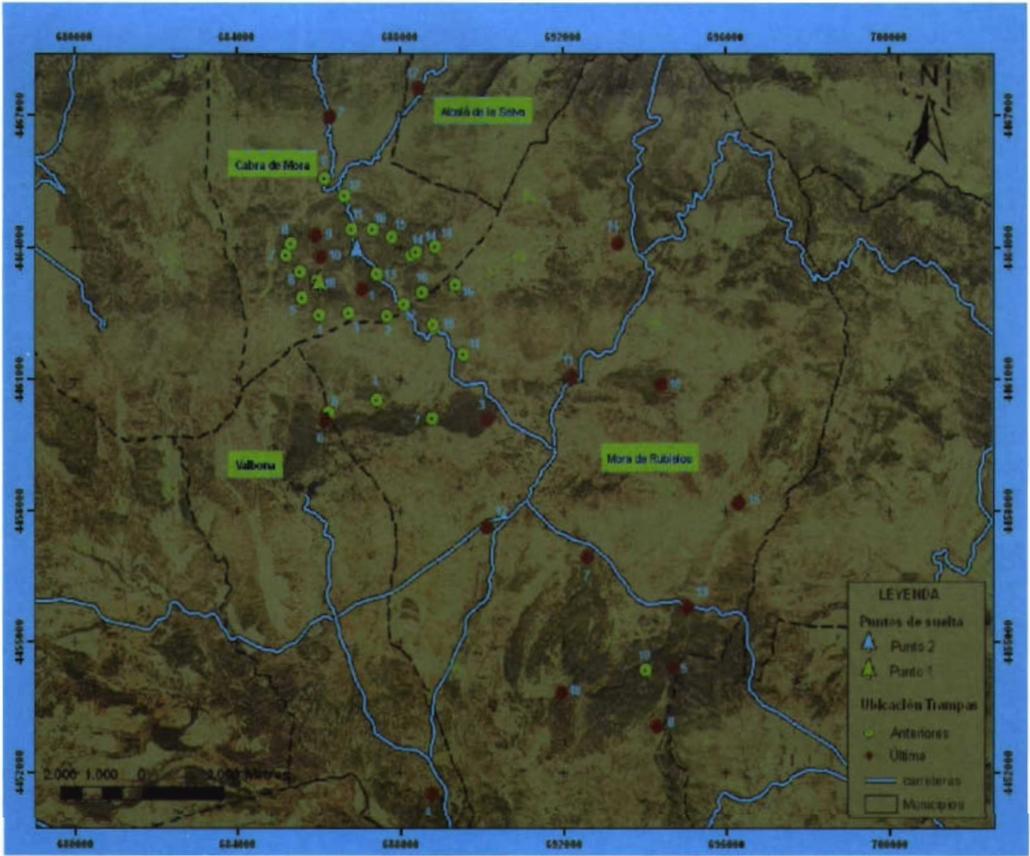


Figura 6. Ubicación de las trampas durante toda la experiencia en 2010

se procede a su marcado, utilizando unas etiquetas redondas, de 2 mm de diámetro, del tipo de las usadas en el marcado de abejas, numeradas del 1 al 99 y con cinco combinaciones de colores. Las etiquetas son adheridas en el protorax con adhesivo de secado rápido. Además de la colocación de la etiqueta es pintado uno de los élitros con rotulador de tinta permanente.

Introducido el insecto nuevamente en su caja se registran los datos que proporcionarán su identificación en caso de volver a capturarlo: procedencia, fecha, sexo (diferenciados fácilmente por el tamaño y color de las antenas), color y número de la etiqueta, y élitro pintado (derecho o izquierdo). Así queda preparado para su posterior suelta en ese mismo día.

El mismo procedimiento se sigue con los ejemplares capturados en el ensayo de productos así como los nacidos de los troncos depositados en la jaula, en estos además se dispone de la fecha de emergencia que se corresponde con la fecha de marcado y suelta.

En la Tabla 1 (2010), se presenta una relación con coordenadas UTM de todas las ubicaciones ocupadas por cada una de las trampas a lo largo de toda la experiencia. Se acompaña con las distancias en proyección horizontal en cada momento a los puntos de suelta, las capturas y recapturas producidas, el nº de días que han permanecido en cada lugar y las fechas en que se produjo.

Tabla 1. Coordenadas UTM de todas las trampas con su período de permanencia y número de capturas y recapturas (2010)

Trampa	UTM X	UTM Y	DIST 1	DIST 2	Cap+Rcap	Rcap1	Rcap2	2° Rcap 2	N° días	Período
1	687090	4463038	1100	950	125	1	9	1	163	15/06-24/11
2	687709	4462423		1700	4				29	15/06-13/07
2_1	686284	4466975		3100	34		1		134	14/07-24/11
3	686753	4462491		1500	7		1	1	46	15/06-30/07
3_1	690136	4460077		5050	43		3		117	31/07-24/11
4	686042	4462452		1750	15		1		36	15/06-20/07
4_1	687441	4460512		3500	32		2		66	21/07-24/09
4_2	688800	4451528		12550	1				61	25/09-24/11
5	685616	4462856		1700	21		3		81	15/06-03/09
5_1	694727	4454416		12300	75				82	04/09-24/11
6	685576	4463452		1450	3				37	15/06-21/07
6_1	686275	4460224		3800	5		1		35	22/07-25/08
6_2	686157	4460049		5250	30		1		91	26/08-24/11
7	685219	4463804		1750	9		1		46	15/06-30/07
7_1	688822	4460091		4350	6				26	31/07-25/08
7_2	692626	4456957		9000	9				91	26/08-24/11
8	685349	4464075		1600	4				29	15/06-13/07
8_1	686163	4465559		1800	14				52	14/07-03/09
8_2	694319	4453080		13300	20				82	04/09-24/11
9	685951	4464258		1000	89		8	2	163	15/06-24/11
10	686070	4463800	600	900	133	1	18	1	163	15/06-24/11
11	686833	4464410		500	4				29	15/06-13/07
11_1	689586	4461566		3500	1				43	14/07-25/08
11_2	692232	4461045		6000	65				91	26/08-24/11
12	686653	4465718	2000	1250	23	1	2		72	15/06-25/08
12_1	690159	445763		7100	48		1		91	26/08-24/11
13	687443	4463396	1400	750	57	1	6		81	15/06-03/09
13_1	695077	4455799		11550	55				82	04/09-24/11
14	688286	446381		1350	4				29	15/06-13/07
14_1	688428	4463896		1500	0				8	14/07-21/07
14_2	688885	4464022		1950	2				35	22/07-25/08
14_3	693358	4464095		6400	38		1		91	26/08-24/11
15	687827	4464223	2100	900	6	1			29	15/06-13/07
15_1	688842	4462218		2550	33		4		73	14/07-24/09
15_2	696338	4458164		11000	5				61	25/09-24/11
16	687349	4464400		600	14		1		29	15/06-13/07
16_1	689378	4463133		2600	9				57	14/07-08/09
16_2	694440	4460867		8100	16				77	09/09-24/11
17	688129	4462710		1700	3				37	15/06-21/07
17_1	688459	4467611		4000	45				126	22/07-24/11
18	688564	4462963		1900	7		1		37	15/06-21/07
18_1	685990	4463253	0		10	2			44	22/07-03/09
18_2	694061	4454363		12000	8				5	04/09-08/09
18_3	691967	4453835		11400	48				77	09/09-24/11

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Experiencia 2009

En el año 2009 el objetivo del ensayo ha sido avanzar en el conocimiento sobre el comportamiento en su estado adulto, principalmente las distancias de vuelo que puede realizar. Los adultos este primer año se obtuvieron a partir de las capturas de insectos vivos en las trampas cebadas con el atrayente, para posteriormente marcarlos y soltarlos esperando su recaptura. Las trampas previamente testadas son:

- la trampa "Theysohn" utilizada para escolítidos (HERNÁNDEZ *et al.*, 2004, 2007), que no es válida por sus escasas capturas debido a los problemas de *Monochamus*, por su tamaño y su buena adherencia a sus paredes, que dificulta su entrada y posterior caída al cajón recolector;
- la trampa canadiense de embudos múltiples "Lindgren", de la que se escapan gran parte de los ejemplares que captura, y
- la trampa "Crosstrap", de la que también se escapan.

Ante esto se opta por la trampa "TorreLSF" antes comentada, trampa no comer-

cial de referencia para todos los ensayos que se han venido realizando con escolítidos, que tiene una amplia superficie de recogida y presenta elevadas dificultades para el escape de *Monochamus* del recipiente recolector.

Teniendo en cuenta el objetivo del primer ensayo (información sobre las distancias que puede alcanzar), es necesario que los imagos entren en las trampas, recogerlos vivos, marcarlos y soltarlos en un punto conocido. Se procede a una colocación de 2 trampas el día 26 de junio en una zona de *Pinus sylvestris*, a unos 1.600 m de altitud. Las trampas se ubican separadas a 100 m de un punto de referencia con el que se alinean y en el que existe un pino donde se sueltan los *Monochamus* capturados, con una revisión todos los días laborables. Cuando una trampa recaptura un ejemplar se trasladan alejándolas 100 m más. Tras un mes sin recapturas se colocan dos nuevas trampas a 200 m del punto de suelta, alineadas con las anteriores. Al día siguiente se produce la primera recaptura y las dos situadas a 100 m se alejan a 300 m. En la Tabla 2 (2009), se exponen los resultados de las capturas, recapturas, distancias y fecha de primera colocación de cada grupo de trampas. La distancia máxima de recaptura alcanzada es en esta ubicación de 500 m.

Tabla 2. *M. galloprovincialis*, capturas y distancias de recapturas (2009)

Distancia (m)	Imagos capturados	Recapturas	Fecha de colocación
100	38	0	26/09/2009
200	9	1	27/07/2009
300	62	2	28/07/2009
400	54	1	03/08/2009
500	35	2	17/08/2009
600	14	0	25/08/2009
700	6	0	09/09/2009
Totales	218	6	

En otra zona, también de *P. sylvestris* y a 1.600 m de altitud, se colocan el mismo día que el grupo anterior 4 trampas a 100 m todas

ellas equidistantes de un punto central. Solo hubo 1 recaptura, se retiraron todas otras 100 m pero como las capturas eran muy bajas y

no había nuevas recapturas se recogieron todas las trampas para incorporarlas a la ubicación tercera denominada “Carramacho”.

Esta tercera ubicación se inicia más tarde, el día 24 de julio. Es una masa natural de *Pinus pinaster* y *P. nigra salmannii*, entre 1.000 y 1.300 m de altitud, se colocan 6 trampas a

500 m del punto de suelta en diversas direcciones; cuando se produce una recaptura la trampa correspondiente se aleja a una distancia superior a la que tenía, buscando lugares accesibles para su revisión en la red de pistas de los alrededores. En este caso se produjeron recapturas hasta los 1.800 m, Tabla 3 (2009).

Tabla 3. *M. galloprovincialis*, capturas y distancias de recapturas (“Carramacho”) (2009)

Distancia (m)	Imagos capturados	Recapturas	Fecha de colocación 1ª trampa
500	67	5	24/07/2009
800	42	2	03/08/2009
1.000	7	1	17/08/2009
1.300	59	1	25/08/2009
1.400	35	2	28/08/2009
1.800	12	1	04/09/2009
2.000	5	0	11/09/2009
2.800	16	0	11/09/2009
Totales	243	12	

Los principales resultados de la experiencia del año 2009 son:

- las 5 recapturas a partir de los 1.000 m con una distancia máxima alcanzada de 1.800 m,
- el testado de la validez de la trampa “TorreLSF”,
- el porcentaje de recapturas global del 4%.

En total fueron recapturados 19 *Monochamus* a partir de los 493 capturados, marcados y soltados. Hay que tener en cuenta que muchos de los soltados estaban en muy malas condiciones para poder volar, debido al periodo de retención en el recipiente de captura, y a las altas temperaturas que se alcanzaban en su interior en pleno verano.

### Experiencia 2010

Tras los resultados obtenidos en 2009, la experiencia se repite en 2010 en la zona

“Carramacho”, adelantando la fecha de inicio de los trameos, aumentando el área de trameo, incrementando el nº de trampas de 6 a 18 “TorreLSF”, y haciendo un marcado individualizado de todos los *Monochamus* soltados.

En la Tabla 4 (2010), están todas las capturas obtenidas en las 18 trampas a lo largo de toda la experiencia por fechas de revisión y con separación de ♂♂ y ♀♀. En total se capturaron 1.106 adultos, 684 ♂♂ 622 ♀♀. En la séptima semana se procedió a una nueva incorporación del atrayente y seis semanas después se hizo una última incorporación, en ambos casos no se retiró el existente previamente.

La distribución de las capturas es bastante irregular a lo largo del tiempo aunque si se agrupan semanalmente pueden distinguirse dos oleadas, una en julio y otra en septiembre, claramente diferentes en cuanto al número de adultos que se recogen (Figura 7).

Las cinco primeras trampas se instalan el 7 de junio obteniéndose algunas capturas los días 8 y 10 (solo 3 imagos) y aunque entre



Del total de adultos capturados por primera vez en las trampas (1.106) se marcaron y soltaron 619 (284 ♂♂ y 335 ♀♀).

**Procedencia y emergencia de los adultos usados en la experiencia**

Para poder disponer de adultos con fecha de emergencia conocida y su utiliza-

ción operativa para la experiencia, se preparó una jaula al aire libre con estructura metálica de 3 x 6 m y 2,5 m de altura, cubierta toda ella por una malla plástica verde (Figura 8). En ella se apilaron troncos cortados en trozas de 1 m procedentes de una masa de *Pinus halepensis*, en el término municipal de Alloza. Este pinar fue asolado por un fuerte incendio en julio de 2009.

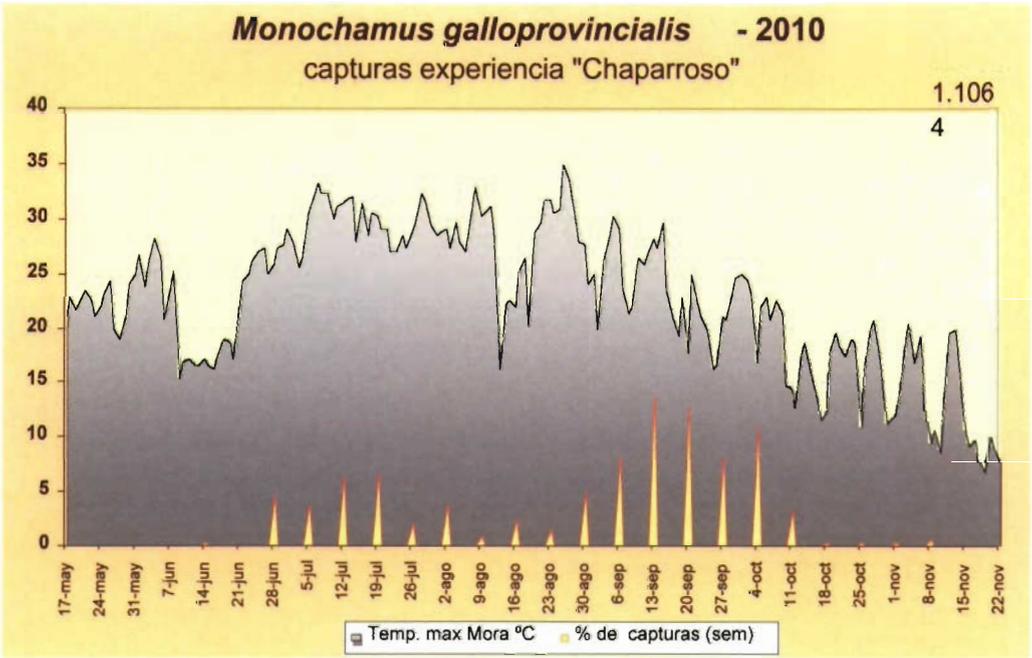


Figura 7. Temperaturas máximas diarias y % de capturas semanales en las 18 trampas "TorreLSF"



Figura 8. Jaula para el control de emergencias de *M. galloprovincialis*

En el gráfico de la Figura 9 puede verse la curva de emergencias obtenida a partir de los imagos salidos de los troncos. Estos, una vez fuera, volaban hasta que eran interceptados por la malla de la jaula y luego subían andando hasta las esquinas superiores de la misma, allí todas las mañanas eran recoge-

dos en cajas individuales ventiladas y se trasladaban al laboratorio donde se depositaban en una nevera. Posteriormente eran marcados en la forma indicada anteriormente y se llevaban al punto de suelta. En total nacieron 186 *Monochamus* de los que se marcaron y soltaron 170 (90 ♂ y 80 ♀).

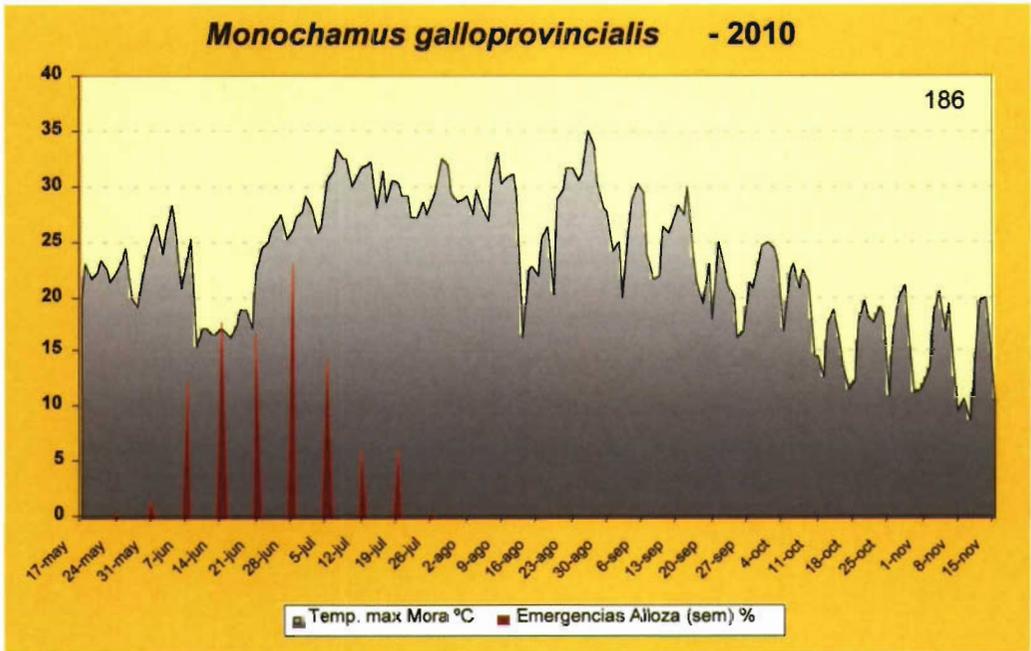


Figura 9. Temperaturas máximas diarias y emergencias de *M. galloprovincialis* en Jaula

Las temperaturas que pueden haber tenido repercusión en la curva de vuelo, no parecen incidir en las emergencias en la jaula. El periodo de nacimiento termina a finales de julio, tras esta fecha no se encuentra ningún adulto en la jaula. Teniendo en cuenta las fechas en que se produjo el incendio de donde procedían las trozas (22 de julio de 2009), se estima que las puestas de *Monochamus* se producirían a partir de agosto, lo que parece corresponder con población tardía. El periodo de emergencias tanto de lugares cálidos, como de otros más fríos, es un dato importante y necesario de obtener con una cierta precisión para cualquier es-

trategia que se plantee con este insecto, sobre todo si esta se quiere fundamentar en su estado de adulto.

Otro grupo importante de los adultos marcados y soltados (409) procedían de dos ensayos de productos en marcha. 227 (64 ♂ y 163 ♀) eran de una zona de *Pinus sylvestris* cuyas trampas estaban situadas entre los 1.500 a 1.600 m de altitud y 182 (69 ♂ y 113 ♀) de otra zona de *P. sylvestris* y *P. nigra salzmannii*, quemada en 2009, y con las trampas ubicadas entre los 1.300 a 1.500 m de altitud. Como las revisiones de estos ensayos eran semanales bastantes capturas no eran válidas para su posterior suelta

en la experiencia de vuelo, incluso algunos de los soltados posiblemente no tuvieron el comportamiento que se esperaba. Estos ensayos estuvieron operativos desde primeros de julio hasta primeros de octubre. La trampa utilizada fue la Lindgren con 12 embudos y con las modificaciones indicadas en el capítulo anterior.

En la Tabla 5 (2010), se expone el resumen de los *Monochamus* marcados y soltados, recapturados en primera y segunda vez, expresando su sexo y separados según su procedencia. El total de recapturas ha sido del 6,76%. Si solo se tiene en cuenta los

imagos que se sueltan el mismo día de su nacimiento (emergencias de la jaula) esta cifra se eleva al 11,18%. El n° total de ejemplares recapturados ha sido de 81.

Existe un mayor número de recapturas en las trampas más próximas al punto de liberación aunque en esto ha influido que varias de estas trampas han permanecido en el mismo sitio durante toda la experiencia, por ser las que más ejemplares capturaban, Tabla 6 (2010), ya que se necesitaban para una mayor calidad de los resultados, y porqué en la colocación inicial todas se situaron a menos de 2.000 m.

Tabla 5. N° de *M. galloprovincialis* soltados y recapturados según procedencia (2010).  
Tabla de procedencias, suelta de imagos y recapturas

	♂	♀	Total
Soltados procedentes de Jaula (*)	90	80	170
Recapturas 1	10	6	16
% recapturas	13,33	8,75	11,18
Soltados procedentes de Cabra (**)	284	335	619
Recapturas	22	14	36
Recapturas 2	1	0	1
% recapturas	8,10	4,18	5,98
Soltados procedentes de Noguera (**)	64	163	227
Recapturas	5	8	13
Recapturas 2	0	1	1
% recapturas	7,81	5,52	6,17
Soltados procedentes de Castelfrío (**)	69	113	182
Recapturas	4	3	7
Recapturas 2	0	0	0
% recapturas	5,80	2,65	3,85
Recapturas sin datos de origen	2	2	4
Total soltados	507	691	1.198
Total recapturas	46	35	81
% recapturas	9,07	5,07	6,76

Uno de los principales objetivos, que era ir conociendo las distancias que puede alcanzar fue planteado al inicio de instalación del

trapeo con trayectos no muy separados de los puntos de suelta. La primera ubicación de trampas se hizo sin sobrepasar práctica-

mente la distancia máxima alcanzada en los trabajos de 2009 de 1.800 m. ya que solo se había tenido una recaptura a esa distancia. En el año 2010 se han producido 18 recapturas sobrepasando la máxima de 2009, llegando en uno de los casos a entrar en una trampa colocada a 7.100 m. Como dato impor-

tante puede destacarse que 11 capturas han superado los 3.000 m, distancia que se ha considerado como referencia en la delimitación de áreas de erradicación con este insecto (EPPO, 2009): cerca del 14% de las recapturas han superado esta distancia en medición horizontal desde el punto de suelta.

Tabla 6. Relación de recapturas ordenadas por la distancia a la que se produce (2010)

♂/♀	Procedencia	Suelta	Fecha recap	Nº días	Distancia
♀	Jaula Mora	25 jun	23 jul	28	0
♂	Jaula Mora	18 jun	28 jul	40	0
♀	Jaula Mora	30 jun	9 jul	9	600
♀	Jaula Mora	14 jun	2 jul	18	600
♀	Jaula Mora	14 jun	28 jun	14	750
♂	Cabra	30 jul	11 ago	12	750
♂	Cabra	26 jul	19 ago	24	750
♀	Cabra	19 jul	19 ago	31	750
♂	Jaula Mora	6 jul	13 ago	38	750
♀	Cabra	7 jul	25 ago	49	750
♀	Cabra	7 jul	15 sep	70	900
♀	Cabra	5 jul	7 jul	2	900
♀	Cabra	28 jun	30 jun	2	900
♀	Cabra	13 sep	17 sep	4	900
♀	Castelfrío	14 jul	19 jul	5	900
♀	Cabra	7 jul	13 jul	6	900
♀	Nogueruelas	4 oct	11 oct	7	900
♀	Cabra	13 sep	20 sep	7	900
♂	Nogueruelas	14 sep	22 sep	8	900
♂	Cabra	22 sep	1 oct	9	900
♀	Castelfrío	12 ago	23 ago	11	900
♂	Cabra	6 sep	22 sep	16	900
♂	Nogueruelas	24 ago	13 sep	20	900
♂	Nogueruelas	25 ago	15 sep	21	900
♂	Jaula Mora	15 jun	7 jul	22	900
♂	Cabra	2 ago	13 sep	42	900
♀	Cabra	5 jul	13 sep	70	900
♀	Cabra	7 jul	1 oct	86	900
♂	Nogueruelas	14 sep	20 sep	6	950
♀	Cabra	7 jul	13 jul	6	950
♀	Cabra	13 sep	20 sep	7	950
♀	Nogueruelas	4 oct	3 nov	30	950
♂	Castelfrío	19 ago	20 sep	32	950
♂	Jaula Mora	2 jul	13 ago	42	950
♂	Cabra	28 jun	13 sep	77	950

Tabla 6 (Cont.). Relación de recapturas ordenadas por la distancia a la que se produce (2010)

♂/♀	Procedencia	Suelta	Fecha recap	Nº días	Distancia
♂	Cabra	4 oct	11 oct	7	1000
♂	Nogueruelas	25 ago	6 sep	12	1000
♂	Cabra	13 sep	4 oct	21	1000
♀	Nogueruelas	25 ago	17 sep	23	1000
♀	Nogueruelas	11 ago	15 sep	26	1000
♂	Cabra	15 sep	22 sep	37	1000
♀	Cabra	13 jul	27 ago	45	1000
♀	Nogueruelas	28 jul	20 sep	55	1000
♂	Jaula Mora	30 jun	15 jul	15	1000
♂	Castelfrío	22 sep	8 oct	16	950
♀	Castelfrío	20 jul	13 oct	83	950
♀	Nogueruelas	20 jul	25 ago	36	1250
♂	Cabra	9 jul	19 jul	10	1250
♂	Jaula Mora	30 jun	13 jul	13	1400
♂	Cabra	9 jul	19 jul	10	1500
♂	Cabra	7 jul	13 jul	6	1700
♂	Nogueruelas	25 ago	3 sep	9	1700
♂	Cabra	21 jul	4 ago	14	1700
♂	Jaula Mora	14 jun	2 jul	18	1750
♂	Cabra	23 jun	5 jul	12	1750
♂	Cabra	23 jun	25 jun	2	1900
♂	Jaula Mora	23 jun	5 jul	12	200
♂	Jaula Mora	21 jun	9 jul	18	2100
♀	Cabra	6 sep	15 sep	9	2550
♀	Cabra	30 jul	13 ago	14	2550
♀	Nogueruelas	24 ago	15 sep	22	2550
♀	Cabra	24 jun	3 sep	71	2550
♂	Castelfrío	2 sep	24 sep	22	3100
♂	Cabra	27 ago	6 sep	10	3500
♀	Jaula Mora	24 jun	28 jul	34	3500
♀	Jaula Mora	24 jun	13 ago	50	3800
♂	Cabra	1 sep	13 sep	12	5050
♀	Cabra	23 jul	25 ago	33	5050
♂	Jaula Mora	5 jul	13 sep	39	5050
♂	Castelfrío	22 sep	1 oct	10	5250
♂	Cabra	22 sep	8 oct	16	6400
♂	Cabra	30 ago	17 sep	18	7100

Son también relevantes los siguientes resultados preliminares:

- Teniendo en cuenta solo los imagos de emergencia conocida, las recapturas han

sido: 16 en primera recaptura y 3 en segunda. De ellos 8 (42%) sobrepasan el vuelo mayor registrado en 2009 y 4 (21%) han alcanzado o superado los 3.000 m.

- La distancia a la que se producen las recapturas no parece guardar relación con el número de días transcurridos desde su suelta ya que en el intervalo de una o dos semanas se producen recapturas en prácticamente todas las distancias.
- Hay una recaptura en primera revisión de 1.900 m: en uno o como máximo dos días el imago alcanzó esa distancia. El adulto más longevo se recapturó a los 83 días, al proceder de una captura en trampa el 20 de julio, su edad era por tanto incluso mayor.

Tabla 7. Distancias alcanzadas por sexos

Distancia	♂♂	♀♀	Totales
0	1	1	2
600		2	2
750	4	2	6
900	13	9	22
950	3	4	7
1.000	4	6	10
1.100	1		1
1.200	1	1	2
1.250	1	1	2
1.400	1		1
1.500	1	1	2
1.700	3		3
1.750	2		2
1.900	1		1
2.000	1		1
2.100	1		1
2.500		3	3
2.600		1	1
3.100	1		1
3.500	2	1	3
4.400		1	1
5.050	2	1	3
5.250	1		1
6.400	1		1
7.100	1		1
Totales	46	34	80

En la distribución por sexos, Tabla 7 (2010), se han obtenido datos sensiblemente distintos: mientras que el número de hembras marcadas y soltadas fue mayor que el de machos (691 ♂♂ y 507 ♀♀), en las recap-

turas el número de machos ha superado a las hembras (35 ♂♂ y 46 ♀♀), aunque las diferencias no son importantes. Tanto machos como hembras han superado los 3.000 m, en mayor número de ocasiones los machos.

De los resultados hasta ahora obtenidos destacan como hechos relevantes:

- El atrayente es un compuesto feromonal-cairomonal que al no tener solo una componente sexual captura machos y hembras.
- Al ser el atrayente válido para machos y hembras, no se incidirá solo en los apareamientos, que sería la consecuencia de la reducción de uno de los sexos, sino que además se reducirían directamente las hembras, por lo tanto se incide en la población original y en la descendencia.
- Existen varios modelos de trampas válidos para la captura de *Monochamus*, siendo recomendables ligeras modificaciones en el depósito colector.
- Para la captura rutinaria de los insectos no parece necesario utilizar insecticidas, ni adhesivos ni líquidos.
- Las trampas deben colocarse en claros del monte, en lo posible no debajo ni en la proximidad de los pinos, para evitar la obstrucción de la entrada con hojarasca depositada en los días con algo de viento.
- En la experiencia de 2010 ha habido vuelo de adultos de *M. galloprovincialis* desde finales de mayo hasta mediados de noviembre.
- Hay un descenso importante en las capturas de las trampas durante el mes de agosto que sería interesante confirmar.
- La curva de emergencias obtenida en esta experiencia (troncos en jaula bajo condiciones del ambiente) abarca desde finales de mayo a finales de julio.
- Sería necesario conocer con mayor precisión la curva de emergencias debido a

la gran importancia que tienen las seis primeras semanas de vuelo. Para ello sería interesante repetir el seguimiento dentro de las jaulas con pinos colonizados en diferentes zonas altitudinales.

- La distancia máxima registrada de vuelo en 2009 fue de 1.800 m. en 2010 la distancia alcanzada ha sido de 7.100 m.
- De los 81 imagos recapturados en 2010, 72 (89%) fueron en primer control y 9 (11%) de segunda recaptura. 18 (22%) han sobrepasado la distancia máxima de 2009, y 11 (14%) han superado los 3.000 m. distancia citada en los programas de erradicación contra este insecto.
- Si se separan las recapturas provenientes de imagos con fecha de emergencia conocida estos han sido 16 en primera recaptura y 3 en segunda. Del total 4 (21%) alcanzaron o superaron los 3.000 m.

## AGRADECIMIENTOS

A todas las personas del Laboratorio de Sanidad Forestal de Mora de Rubielos (D.G.A.) y colaboradores que han intervenido en la preparación e instalación de las trampas así como en la recogida, determinación y conteo de los de insectos capturados, sin cuya intervención y eficacia hubiese sido imposible ir teniendo el trabajo al día para su operatividad inmediata. A Hugo Más por el intercambio de ideas en diversas fases del trabajo. A Juan Pajares por sus indicaciones para el marcado de *Monochamus*.

## RESUMEN

HERNÁNDEZ, R., A. ORTIZ, V. PÉREZ, J. M. GIL, G. SÁNCHEZ. 2011. *Monochamus galloprovincialis* (Olivier, 1795) (Coleoptera: Cerambycidae). Comportamiento y distancias de vuelo. *Bol. San. Veg. Plagas*, 37: 79-96.

On 2009 an essay started with the goal to have a better knowledge about the behavior and flying capacity of the longhorn beetle *Monochamus galloprovincialis* in the Mora de Rubielos area (Teruel, Spain) achieving a maximum re-capture distance of about 1800 m. far from the liberation point (LP). On 2010 the essay was improved, marking individually the insects, using in addition adults coming from controlled emergences, starting with traps sited at 900 m. of distance from the LP, and using two different prototypes of traps that allow living captures with almost no leakages, mainly the model "TorreLSF" (18 traps) tested in *Ips acuminatus* essays in Spain. 1198 insects were released, 81 were recaptured (6.76%). As the recaptures were reaching the distances of 1.500, 2.000, 2.500 and 3.000 m, the trap system were moved far away progressively. Until mid of July the maximum distance reached by a trap didn't reach 1900 m. Last recapture was recorded in November. 72 insects were recaptured one time, 5 two times. 4 of the recaptures lost their marks. 11 of the 72 one-time recaptures surpassed the distance of 3.000 m, one of them overcomes 7000 m.

**Key words:** *Bursaphelenchus xylophilus*, pheromones, *Pinus nigra*, *Pinus pinaster*, *Pinus sylvestris*.

## REFERENCES

- ÁLVAREZ, G., PAJARES, J. A., IBEAS, F., GALLEGU, D., SÁNCHEZ, G., HALL, D. 2009. "Feromona sexual y atrayentes para el manejo de *Monochamus galloprovincialis* (Coleoptera: Cerambycidae), vector del nematodo de la madera del pino". 5º Congreso Forestal Español. Ávila.
- CADAHIA, D. 1999. "*Bursaphelenchus xylophilus*. Peligro próximo para los pinares de España y Portugal". *Rev. Terralia*, 10.
- EPPO 2009. EPPO PM Standard 9/1 (3). *Bursaphelenchus xylophilus* and its vectors: procedures for official control.
- EPPO 2010a. EPPO Reporting Service, nº 3 (2010/051). 2010-03-01.
- EPPO 2010b. EPPO Reporting Service, nº 11 (2010/202). 2010-11-01.
- HERNÁNDEZ, R., PÉREZ, V., SÁNCHEZ, G., CASTELLÁ, J., PALENCIA, J., GIL, J. M., ORTIZ, A. 2004. "Ensayos de atracción y captura de *Ips acuminatus* (Coleoptera: Scolytidae)". *Ecología*, 18: 35-52.
- HERNÁNDEZ, R., PÉREZ, V., SÁNCHEZ, G., CASTELLÁ, J., PALENCIA, J., GIL, J. M., ORTIZ, A. 2007. "Ensayos de trampa de escolítidos perforadores subcorticales en pinares mediante el uso de feromonas 2002-2005". *Ecología*, 21: 43-56.
- MAEHARA, N., FUTAI, K. 2002. "Factors affecting the numbers of *Bursaphelenchus xylophilus* (Nematoda: Aphelenchoididae), carried by several species of beetles." *Nematology*, 4: 653-658.
- MAMIYA, Y., ENDA, N. 1972. "Transmission of *Bursaphelenchus lignicolus* by *Monochamus alternatus*". *Nematologica*, 18: 159-162.
- MAMIYA, Y. 1988. "History of pine wilt disease in Japan". *J. Nematol.*, 20: 219-226.
- MOTA, M., BRAASCH, H., BRAVO, M. A., PENAS, A. C., BURGERMEISTER, W. 1999. "First report of *Bursaphelenchus xylophilus* in Portugal and in Europe." *Nematology*, 1: 727-734. DOI: 10.1163/156854199508757.
- MOTA, M., VIEIRA, P. (eds.) 2008. Pine Wilt Disease: A Worldwide Threat to Forest Ecosystems. Ed. Springer: 405 pp.
- ROBINET, C., ROQUES, A., PAN, H., FANG, G., YE, J. 2009. "Role of Human-Mediated Dispersal in the Spread of the Pinewood Nematode in China." *PLoS ONE*, 4 (2): e4646. doi:10.1371/journal
- RUTHERFORD, T. A., MAMIYA, Y., WEBSTER, J. M. 1990. "Nematode-induced pine wilt disease: factors influencing its occurrence and distribution." *For Sci*, 36: 145-155.
- SOUSA, E., BRAVO, M., PIRES, J., NAVES, P., PENAS, A., BONIFACIO, L., MOTA, M. 2001. "*Bursaphelenchus xylophilus* (Nematoda: Aphelenchoididae) associated with *Monochamus galloprovincialis* (Coleoptera: Cerambycidae) in Portugal". *Nematology*, 3: 89-91.
- TOMICZEK, C. 2008. "Biology studies relevant to the vector role of *Monochamus* species for pine Wood nematode." In Mota P., Vieira P. (eds.) Pine wilt disease: a worldwide threat to forest ecosystems: 215-220.
- VIVES, E. 2000. COLEÓPTERA, Cerambycidae. En: *Fauna Ibérica*, vol. 12. Museo nacional de Ciencias Naturales. CSIC. Madrid.
- VIVES, E. 2001. Atlas fotográfico de los cerambycoides ibero-baleares. Argania editio, S. C. P. Barcelona.

(Recepción: 23 mayo 2011)

(Aceptación: 5 julio 2011)

## Control de la podredumbre radical de encinas mediante fertilizantes inorgánicos I: influencia de la nutrición cálcica y potásica en la tolerancia a la infección por *Phytophthora cinnamomi*

M. S. SERRANO, P. DE VITA, M. E. SÁNCHEZ, P. FERNÁNDEZ-REBOLLO

El decaimiento sufrido por las especies de *Quercus* en el suroeste peninsular está originando una importante mortalidad de encinas en dehesas, debida fundamentalmente al patógeno de suelo *Phytophthora cinnamomi*, causante de podredumbre radical. Una posibilidad de control de la enfermedad consiste en aumentar la tolerancia al patógeno mediante una buena nutrición mineral. En este trabajo se ha testado la susceptibilidad a *P. cinnamomi* de plantones de encina normales, deficientes en K y deficientes en Ca. Las encinas deficientes en K mostraron niveles de Ca superiores a lo normal, y se mostraron tolerantes a la enfermedad. La deficiencia en Ca, sin embargo, no se tradujo en un mayor nivel de K y además indujo un pobre desarrollo radical, no apreciándose ningún efecto positivo en la resistencia al patógeno. En base a estos resultados, se concluye que una buena nutrición cálcica puede conferir a las encinas una mayor tolerancia a la enfermedad radical causada por este oomiceto. Por este motivo, cabe recomendar las enmiendas calizas como medida de control contra la podredumbre radical causada por *P. cinnamomi* en las dehesas del sur de España.

M. S. SERRANO, P. DE VITA, M. E. SÁNCHEZ. Dpto. Agronomía (Patología Agroforestal), Universidad de Córdoba. [aglsahem@uco.es](mailto:aglsahem@uco.es)  
P. FERNÁNDEZ-REBOLLO. Dpto. Ingeniería Forestal, Universidad de Córdoba.

**Palabras clave:** decaimiento, dehesa, *Q. ilex* subsp. *ballota*.

### INTRODUCCIÓN

Entre las enfermedades asociadas al decaimiento o Seca de los *Quercus* en la Península Ibérica, destaca por su gravedad la podredumbre radical causada por *Phytophthora cinnamomi* (BRASIER, 1996; GALLEGO *et al.*, 1999; SÁNCHEZ *et al.*, 2002; 2003). Este patógeno tiene una amplia gama de huéspedes leñosos, pero en general no infecta especies herbáceas (ERWIN y RIBEIRO, 1996), aunque algunas especies del género *Lupinus* también resultan susceptibles (GROSE y HAINSWORTH, 1992; ERWIN y RIBEIRO, 1996; SERRANO *et al.*, 2009). *Phytophthora cinnamomi* causa la muerte masi-

va de raíces absorbentes, reduciendo la capacidad del árbol de absorber agua y nutrientes, ocasionando síntomas foliares parecidos a los de la sequía (SÁNCHEZ *et al.*, 2002).

Numerosas características convierten a *P. cinnamomi* en un patógeno difícil de controlar (ERWIN y RIBEIRO, 1996): amplio número de huéspedes, capacidad para sobrevivir en plantas asintomáticas, capacidad para invadir el perfil del suelo hasta profundidades considerables y una rápida capacidad de diseminación en suelos mal drenados o encharcados. En cultivos agrícolas se utilizan toda una serie de medidas para controlar a este patógeno: higiene en el manejo de vive-

ros, cuarentenas, rotación de cultivos, utilización de variedades o patrones resistentes; mejora de los drenajes, control químico y control biológico (RIBEIRO, 1978).

Uno de los posibles métodos de control de la enfermedad en encinas sería la dotación a la planta susceptible de cierta tolerancia o resistencia a la infección por *P. cinnamomi*. Aunque no hay datos sobre el patosistema *Quercus* – *P. cinnamomi*, según estudios realizados por DUVENHAGE y KOTZÉ (1991), el calcio incrementa la resistencia de las plantas de aguacate a la podredumbre radical causada por este patógeno, haciendo al árbol más resistente a la infección (efecto preventivo) o disminuyendo la expansión de *P. cinnamomi* por la planta, una vez que la infección ha tenido lugar (efecto curativo). También en el patosistema soja – *Phytophthora sojae*, las plantas con una buena nutrición cálcica son menos susceptibles a la infección que las que son deficientes en este nutriente (SUGIMOTO *et al.*, 2005). Resultados similares encontramos en otros patosistemas, como ocurre para *Phytophthora parasitica* (VON BROEMSEN y DEACON, 1997), *Phytophthora nicotianae* en cítricos (CAMPANELLA *et al.*, 2002) o en el patosistema *Aphanomyces* – guisante (HEYMAN *et al.*, 2007). Sin embargo, en el patosistema *Phytophthora cactorum* – abedul, una alta concentración de calcio en los troncos no es suficiente para frenar la infección (LILJA *et al.*, 2007).

En algunas dehesas se llevan a cabo fertilizaciones fosfóricas de los pastos utilizándose principalmente superfosfato de cal, que no sólo da lugar a un aumento en la producción y a una mejora en la composición botánica de los pastos, sino que repercute positivamente en el estado vegetativo y nutritivo del arbolado (CARBONERO *et al.*, 2004) y podría también traducirse en una reducción de los síntomas de la enfermedad. En prospecciones realizadas en dehesas andaluzas, se ha constatado que los árboles infectados por *P. cinnamomi* con fuerte grado de defoliación, recuperan en menor tiempo su copa cuando vegetan en suelos que tienen unas

dotaciones normales o altas de potasio y calcio (CARBONERO *et al.*, 2004).

Estos antecedentes sugieren que una buena nutrición cálcica y potásica podría resultar una herramienta de control para evitar la infección o disminuir su incidencia cuando se produce. Sin embargo, aún es necesario concretar muchos aspectos y de aquí surge el objetivo de este estudio: la evaluación de la influencia de la nutrición cálcica y potásica en la posible tolerancia-resistencia de la encina a la podredumbre radical causada por *P. cinnamomi*.

## MATERIAL Y MÉTODOS

El material vegetal utilizado en los ensayos consistió en encinas (*Quercus ilex* subsp. *ballota*) del tipo *rotundifolia* (VÁZQUEZ *et al.*, 1992), procedentes de bellotas recogidas en distintas fincas del término municipal de Cardeña (Córdoba). Las plantas se obtuvieron en el mes de diciembre de 2007 a partir de la siembra de semillas pregerminadas en bandejas de plástico (57 x 41 x 9 cm) con perlita expandida (*Otavi Iberica S.L.u.*) e incubadas en cámara de cultivo con 14 h diarias de luz, 80% de humedad relativa y una temperatura constante de 22 °C, regándose según necesidad con agua destilada y desionizada (ADD). Dos meses más tarde (febrero de 2008), se procedió al trasplante de las bellotas germinadas a alvéolos quickpot (bandejas de 48 x 29 x 18 cm con 40 alvéolos de 300 cm<sup>3</sup> cada uno) rellenos con medio inerte de vermiculita, cultivándose en umbráculo y regándose tres veces por semana con ADD hasta mayo (temperaturas medias de 12,9 ± 6,8 °C en febrero, a 18,6 ± 6,5 °C en mayo). Se obtuvieron tres lotes de 20 plantas cada uno. A partir de mayo de 2008, cada lote de plantas se regó con distintas soluciones salinas como fuente de nutrientes. Un primer lote de 20 plantas se regó con una concentración normal de calcio y potasio: solución de Hoagland (HOAGLAND y ARNON, 1950), el segundo lote se regó con solución salina con baja concentra-

ción de calcio y el tercer lote con una solución con baja concentración de potasio (Cuadro 1). Una vez por semana se aportaron 50 ml de solución salina por planta, más otros dos riegos semanales con 50 ml de ADD. Las plantas permanecieron en umbráculo hasta el mes de julio de 2008, cuando debido a las altas temperaturas registradas (media de 36,5 °C) se trasladaron a cámara de cultivo con una temperatura constante de  $22 \pm 2$  °C diurnos y  $18 \pm 2$  °C nocturnos, regándose solamente una vez por semana con 50 ml de las soluciones salinas. Las plantas se mantuvieron en estas condiciones hasta el mes de octubre de 2008 (10 meses desde la siembra de las bellotas). Transcurrido este tiempo se trasplantaron a contenedores individuales de 1L sin drenaje con sustrato inerte de vermiculita (Figura 1) y se infectaron 10 plantas por lote, dejando las otras 10 como testigo sin inocular.

La inoculación de las plantas se llevó a cabo mediante zoosporas de *P. cinnamomi*. Se utilizaron dos aislados diferentes, PE90 y PA25, procedentes de la Micoteca del Departamento de Agronomía de la Universidad de Córdoba, correspondientes a los dos grupos

morfológicos y genéticos descritos (SÁNCHEZ *et al.*, 2006, CAETANO *et al.*, 2009). Para la producción de zoosporas se transfirieron discos de agar de 2 cm de diámetro a placas de Petri. Los discos se obtuvieron de cultivos en CA (Agar-Zanahoria) (DHINGRA y SINCLAR, 1995) incubados durante 4 días en oscuridad. A estas placas se les añadió extracto de suelo no estéril (RIBEIRO, 1978) hasta el margen de los discos (CAETANO, 2007). Las placas así preparadas se incubaron bajo luz fluorescente constante durante 72 h a 25° C. Transcurrido este tiempo, se sometieron a un choque frío (4-5 °C) de 20 min, para favorecer la liberación de las zoosporas (CAETANO, 2007). Tras volver los cultivos a temperatura ambiente se realizó un conteo de las zoosporas producidas en cámara Neubauer y se ajustó la concentración final a  $2,5 \times 10^3$  zoosporas  $\times$  ml<sup>-1</sup>, concentración que se ha mostrado eficaz para la infección de raíz de encinas en trabajos previos (CAETANO, 2007). A cada maceta se le añadieron 100 ml de suspensión de zoosporas ( $2,5 \times 10^5$  zoosporas). A las plantas testigo se le añadieron 100 ml del mismo extracto de suelo no estéril, pero sin zoosporas del patógeno.

Cuadro 1. Composición de las soluciones nutritivas empleadas en el ensayo

Compuesto	Solución normal (Hoagland)	Solución deficiente en Ca	Solución deficiente en K
Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	5 mM	-	5 mM
Ca(H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	0,5 mM	-	0,5 mM
MgSO <sub>4</sub>	2 mM	2 mM	2 mM
KCl	5 mM	-	0,05 mM
NaNO <sub>3</sub>	-	5 mM	-
KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	-	1 mM	-
KNO <sub>3</sub>	-	5 mM	-
BO <sub>3</sub> H <sub>3</sub>	25 μM	25 μM	25 μM
MnSO <sub>4</sub>	2 μM	2 μM	2 μM
ZnSO <sub>4</sub>	2 μM	2 μM	2 μM
CuSO <sub>4</sub>	0,5 μM	0,5 μM	0,5 μM
(NH <sub>4</sub> ) <sub>6</sub> Mo <sub>7</sub> O <sub>24</sub>	0,4 μM	0,4 μM	0,4 μM
Fe-EDDHA	20 μM	20 μM	20 μM



Figura 1. Encinas regadas con la solución deficiente en potasio al final del ensayo

Durante el resto del experimento las plantas se siguieron regando una vez por semana con 50 ml de las correspondientes soluciones salinas.

El ensayo se dio por concluido cuando alguno de los lotes mostró marchitez y/o defoliación en toda la parte aérea. En ese momento se evaluó el nivel de daños aéreos de las plantas mediante una escala de 0-4 según el porcentaje de hojas amarillas o marchitas (0 = 0% de tejido sintomático, 1 = 10-33%, 2 = 34-66%, 3 = más del 67%, 4 = parte aérea muerta) (SÁNCHEZ *et al.*, 2002; 2005). Las plantas se extrajeron de sus contenedores y se evaluó el nivel de daños radicales mediante una escala similar a la empleada anteriormente (SÁNCHEZ *et al.*, 2002; 2005).

La infectividad del patógeno se evaluó mediante la cuantificación de su presencia

en las raicillas absorbentes. Para ello, las raíces de las plantas se lavaron al chorro de agua durante 2 h, se cortaron segmentos de raíz de unos 4-5 mm de longitud y se sembraron en condiciones asépticas en placas de Petri conteniendo el medio selectivo para *Phytophthora* NARPH (ROMERO *et al.*, 2007). Se sembraron tres placas por tratamiento, incluyendo los testigos y se incubaron en cámara de crecimiento durante 5 días a 22 °C en oscuridad. Al cabo de ese tiempo, las colonias obtenidas se identificaron mediante la observación directa de sus estructuras vegetativas características (hinchazones hifales) al microscopio invertido (ERWIN y RIBEIRO, 1996, SÁNCHEZ *et al.*, 2003, ROMERO *et al.*, 2007).

Se determinó la concentración en calcio y potasio en muestras de hoja de las plantas

inoculadas y testigo sometidas a los distintos tratamientos nutricionales mediante análisis llevados a cabo en el Laboratorio Agrario de Córdoba (método espectrofotométrico para la determinación del contenido de calcio en hoja y método fotométrico para el potasio), para correlacionar los niveles reales de estos nutrientes en el tejido vegetal con la susceptibilidad-resistencia a la infección.

### Análisis estadísticos

Los datos correspondientes a la severidad de síntomas aéreos y radicales se analizaron mediante un ANOVA. Para la comparación de valores medios se utilizó el test protegido de Fisher a un nivel de probabilidad de 0,05 (STEEL y TORRIE, 1985). Los datos fueron analizados con el programa Statistix (Analytical Software, Tallase, USA).

### RESULTADOS

Los valores registrados de concentración de calcio en hoja entre plantas inoculadas y testigo para cada lote sometido a distinto régimen nutricional fueron similares (Figura 2). En el caso de las plantas regadas con la solución deficiente en potasio, tanto inoculadas como testigos, la concentración de calcio en hoja fue notablemente mayor que en el resto (Figura 2).

La concentración de potasio en hoja para las encinas sometidas a distintas soluciones nutritivas aparece en la Figura 3. En general, las encinas regadas con la solución deficiente en K presentan valores de potasio en hoja de casi la mitad que las regadas con la solución normal y la deficiente en Ca. No se aprecia aumento en K en las tratadas con la solución deficiente en Ca (Figura 3).

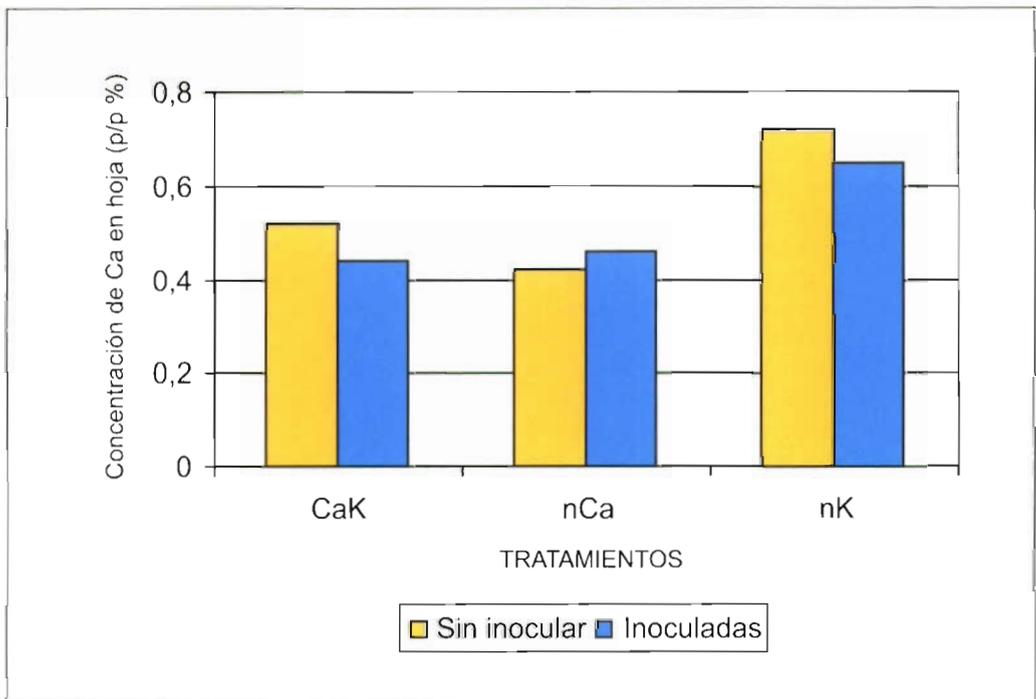


Figura 2. Concentración de calcio en hojas al final del ensayo según el tipo de nutrición que ha recibido la planta [CaK = solución de Hoagland (normal), nCa = solución deficiente en Ca, nK = solución deficiente en K]

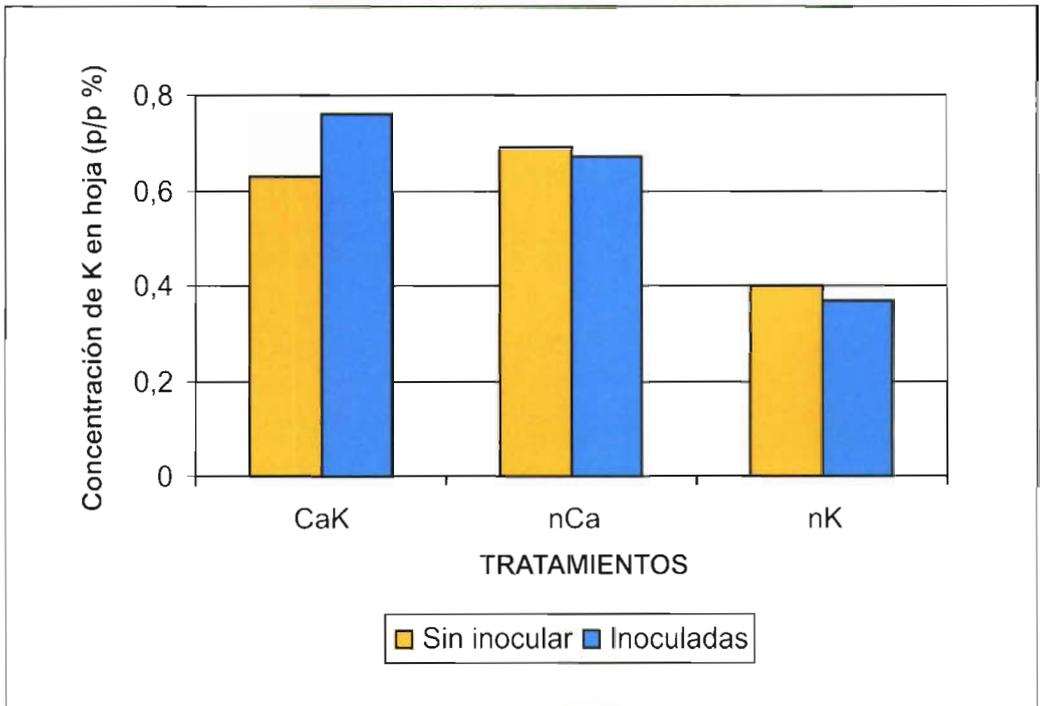


Figura 3. Concentración de potasio en hojas al final del ensayo según el tipo de nutrición que ha recibido la planta [CaK = solución de Hoagland (normal), nCa = solución deficiente en Ca, nK = solución deficiente en K]

Al término del experimento, todas las plantas inoculadas mostraban síntomas de enfermedad a nivel aéreo y radical. Los síntomas foliares consistieron en amarillez, marchitez de las hojas y en algunas ocasiones, defoliación de la planta. El sistema radical aparecía reducido a causa de la necrosis y pérdida de raicillas absorbentes.

El nivel de daños aéreos aparece en la Figura 4. El análisis de varianza mostró que el nivel de daños aéreos no difiere entre plantas inoculadas y plantas testigo. Sin embargo, para cada tratamiento nutricional individualizado, el nivel de daños radicales es significativamente mayor en las plantas inoculadas con respecto a las no inoculadas. El análisis global de varianza del nivel de daños radicales (Figura 5) muestra que para las encinas no inoculadas con alto nivel de calcio (regadas con solución deficiente en potasio) el nivel de daños radicales es signi-

ficativamente más bajo que el mostrado por las encinas no inoculadas sometidas a una nutrición normal (Figuras 5 y 6). Destaca también que las plantas con altos niveles de calcio (nK) e inoculadas, presentan un nivel de daños que difiere del mostrado por las plantas sometidas a nutrición deficiente en calcio, aunque similar a aquellas sometidas a un régimen de nutrición normal (Figura 5).

Para los tres tratamientos, el patógeno se reisoló de todas las plantas inoculadas y en ningún caso de las plantas testigo.

## DISCUSIÓN

Numerosos estudios ponen de manifiesto el papel de una buena nutrición cálcica en el control de enfermedades causadas por distintas especies de *Phytophthora* en manzano

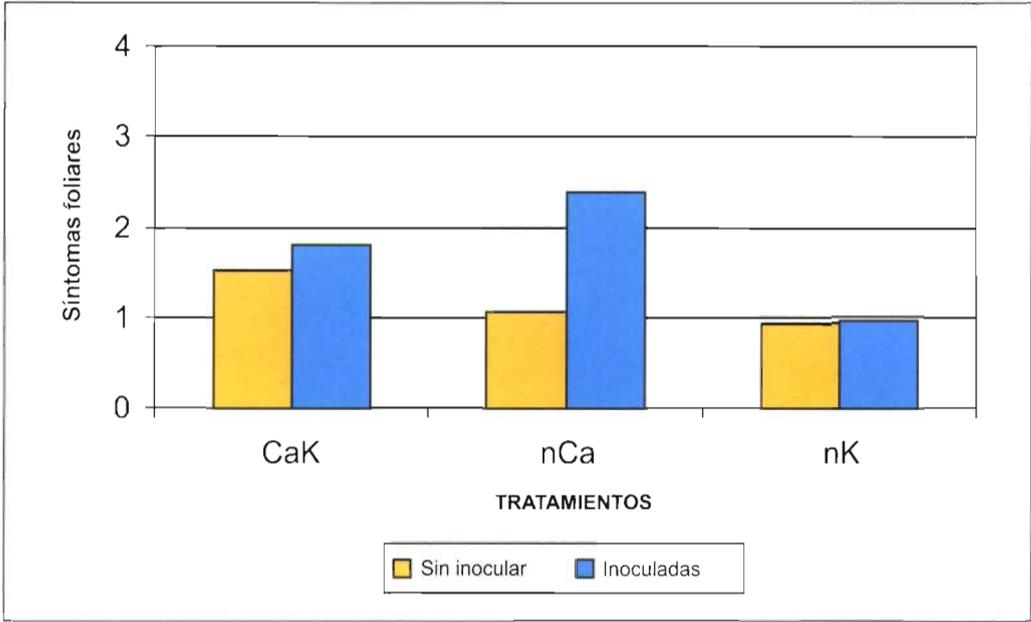


Figura 4. Valores medios del nivel de síntomas foliares (escala 0-4) en función de la presencia de *P. cinnamomi* en el sustrato y del tipo de nutrición que ha recibido la planta [CaK = solución de Hoagland (normal), nCa = solución deficiente en Ca, nK = solución deficiente en K]

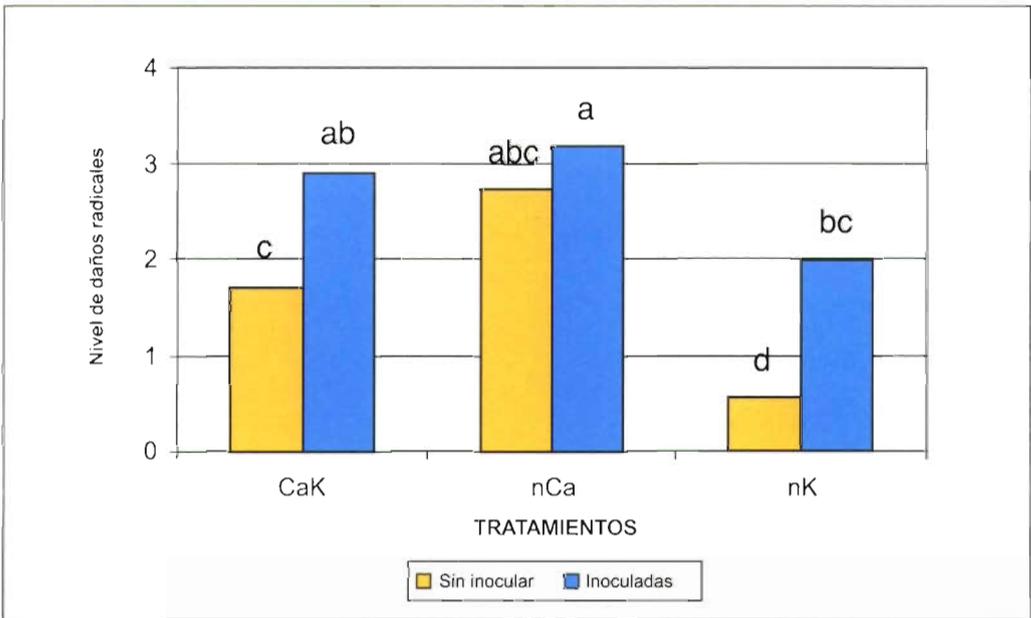


Figura 5. Valores medios del nivel de daños radicales (escala 0-4) en función de la presencia de *P. cinnamomi* en el sustrato y del tipo de nutrición que ha recibido la planta. Letras distintas indican diferencias significativas según el test protegido de Fisher para  $P \leq 0,05$  [CaK = solución de Hoagland (normal), nCa = solución deficiente en Ca, nK = solución deficiente en K]



Figura 6. Raíces de encinas regadas con a) solución de Hoagland, b) solución deficiente en K

(BIGGS *et al.*, 1993; BIGGS 1999; CHARDONNET *et al.*, 2000), aguacate (MESSENGER *et al.*, 2000), cítricos (CAMPANELLA *et al.*, 2002) o vinca (VON BROEMSEN y DEACON, 1997). Lo mismo ocurre para otros patosistemas: brócoli / *Plasmodiophora brassicae* (CAMPBELL *et al.*, 1985), zanahoria/*Sclerotium rolfsii* (PUNJA *et al.*, 1986) o pimiento/*Botrytis cinerea* (ELAD *et al.*, 1993). Sin embargo, hasta la fecha no existen referencias sobre el efecto de la nutrición cálcica y potásica en la infección por *P. cinnamomi* en encinas. En el presente estudio, las encinas regadas con la solución deficiente en potasio acumularon más calcio que las regadas con la solución nutritiva normal y aunque no resultaron inmunes a la infección, presentaron una mayor tolerancia a la enfermedad radical causada por *P. cinnamomi*. RAHMAN y PUNJA (2007) establecieron que la presencia de iones de calcio aumenta la cohesión de las paredes celulares vegetales, aumentando la resistencia de las mismas a la penetración de patógenos fúngicos o bacterias. A raíz de nuestros resultados se puede inferir que una mayor concentración de calcio en encinas puede tener un efecto similar y traducirse en la mayor tolerancia a la infección observada. En general,

el contenido medio de calcio en las plantas es del orden de 1-3 kg por 100 kg de materia seca, y se localiza fundamentalmente en las hojas y en los tallos (DEMARTY *et al.*, 1984). Sin embargo, con independencia del efecto destructivo del patógeno, las encinas testigo con un alto nivel de calcio presentan un mejor desarrollo radical y un nivel de daños significativamente más bajo que las plantas testigo sometidas a nutrición normal, poniendo de manifiesto que el calcio es un elemento importante para un buen desarrollo radical en encinas.

Diversos estudios han mostrado que la disponibilidad de potasio aumenta por la disminución de calcio (MARSCHNER, 1995; PRABHU *et al.*, 2007). Según PRABHU *et al.* (2007) los niveles de potasio en planta dependen de la disponibilidad de magnesio y calcio. En suelos neutros, el calcio mejora la disponibilidad de potasio para la planta, lo que no ocurre en suelos ácidos (PRABHU *et al.*, 2007). Además, las altas concentraciones de calcio son una de las características fundamentales de los suelos supresivos para *P. cinnamomi* (BROADBENT y BAKER, 1974). En este trabajo se muestra que las encinas deficientes en calcio no presentan concentraciones de potasio superiores a las plantas con nutrición normal, si bien el contenido en potasio no parece influir en su susceptibilidad a la infección.

En la disminución de la severidad de los síntomas radicales de la enfermedad ha jugado un papel fundamental el calcio, independientemente de la concentración de potasio presente en las encinas. Un efecto similar ya ha sido observado en cítricos (HUBER, 1991), en los que una alta concentración de potasio y baja de calcio se traduce en un incremento de los síntomas (gomosis) debido a las lesiones corticales producidas por *Phytophthora parasitica*.

Un alto nivel de calcio también aumenta la resistencia del aguacate a la infección por *P. cinnamomi* (DUVENHAGE y KOTZÉ, 1991). Igualmente, para la podredumbre del tallo de la soja, la aplicación de una solución nutritiva con cinco veces más calcio que potasio

supone una reducción importante de la tasa de infección por *P. sojae* (SUGIMOTO *et al.*, 2007). En ambos casos el aumento de resistencia puede ser debido a la supresión directa del crecimiento fúngico en la planta o al refuerzo de la pared celular vegetal, al mejorar las propiedades físicas de la misma, o a ambos factores (DUVENHAGE y KOTZÉ, 1991; SUGIMOTO *et al.*, 2005; 2007).

En conclusión, el presente trabajo pone de manifiesto que las encinas que acumulan calcio presentan una mayor tolerancia a la infección por *P. cinnamomi*. Así, una buena nutrición cálcica, promovida por el encalado del suelo o la aplicación de otras enmiendas calizas, podría conferir a las encinas que crecen en dehesa una mayor tolerancia a la

enfermedad radical causada por este oomiceto. Por este motivo, y con independencia del efecto directo que tiene el calcio en la infectividad del hongo (SERRANO *et al.*, 2010), cabe recomendar la evaluación de las enmiendas calizas como medida de control contra la podredumbre radical causada por *P. cinnamomi* en las dehesas del sur de España.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación (proyecto AGL2009-00530) y la Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía.

## ABSTRACT

SERRANO, M. S., P. DE VITA, M. E. SÁNCHEZ, P. FERNÁNDEZ-REBOLLO. 2011. Control of the root rot of holm oaks by inorganic amendments I: influence of calcium and potassium nutrition on the tolerance to *Phytophthora cinnamomi* infection. *Bol. San. Veg. Plagas*, **37**: 97-107.

The decline suffered by *Quercus* species in south western Spain is leading to a significant oak mortality in rangeland ecosystems, mainly due to the root rot caused by the soil-borne pathogen *Phytophthora cinnamomi*. Increasing tolerance to the pathogen through a good mineral nutrition appears as a good choice for disease control. In this work, the susceptibility to *P. cinnamomi* showed by oak seedlings deficient in K and deficient in Ca was tested. Holm oaks deficient in K showed high values in Ca content and were tolerant to the disease. Ca deficiency, however, did not lead to a higher K level and induced a poor root development. In addition, it not makes any positive effect on the resistance to the pathogen. Based on these results, we conclude that good calcium nutrition may give Holm oaks a greater tolerance to the root disease caused by the oomycete. For this reason, limestone amendments are recommended as a control measure against the root rot caused by *P. cinnamomi* in oak rangelands of southern Spain.

**Key words:** Decline, *Q. ilex* subsp. *ballota*, rangeland.

## REFERENCIAS

- BIGGS, A. R. 1999. Effects of calcium salts on Apple bitter rot caused by two *Colletotrichum* spp. *Plant Dis.*, **83**: 1.001-1.005.
- BIGGS, A. R., INGLE, M., SOLIHATI, W. D. 1993. Control of *Alternaria* infection of fruit of apple cultivar Nittany with calcium chloride and fungicides. *Plant Dis.*, **77**: 976-980.
- BRASIER, C. M. 1996. *Phytophthora cinnamomi* and oak decline in southern Europe. Environmental constraints including climate change. *Ann. Sci. For.*, **53**: 347-358.
- BROADBENT, P., BAKER, K. F. 1974. Behaviour of *Phytophthora cinnamomi* in soils suppressive and conducive to root rot. *Aus. J. Agric. Res.*, **25**: 121-137.
- CAETANO, P. C. L. 2007. *Envolvimento de Phytophthora cinnamomi no declínio de Quercus suber e Q. rotundifolia: estudo de 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.
- CAETANO, P., ÁVILA, A., SÁNCHEZ, M. E., TRAPERO, A., COELHO, A. C. 2009. *Phytophthora cinnamomi* populations on *Quercus* forests from Spain and Por-

- tugal. En: *Phytophthoras in Forests and Natural Ecosystems*. USDA-Forest Service. General Technical Report PSW-GTR-221: 261-269.
- CAMPBELL, R. N., GREATHEAD, A. S., MYERS, D. F., DE BOER, G. J. 1985. Factor related to control of clubroot of crucifers in the Salinas Valley of California. *Phytopathology*, **75**: 665-670.
- CAMPANELLA, V., IPPOLITO, A., NIGRO, F. 2002. Activity of calcium salts in controlling *Phytophthora* root rot of citrus. *Crop Protect.*, **21**: 751-756.
- CARBONERO, M. D., BLÁZQUEZ, A., FERNÁNDEZ, P. 2004. Producción de fruto y grado de defoliación como indicadores de vigor en *Quercus ilex* y *Quercus suber*. Influencia de diferentes condiciones edáficas en su evolución. pp. 715-720. En: *Pastos y ganadería extensiva*. García Criado B, García Ciudad A, Vázquez de Aldana B, Zabalgoeazcoa I. (Eds). CSIC. Salamanca.
- CHARDONNET, C. O., SAMS, C. E., TRIGIANO, R. N., CONWAY, W. S. 2000. Variability of three isolates of *Botrytis cinerea* affects the inhibitory effects of calcium on this fungus. *Phytopathology*, **90**: 769-774.
- DEMARTY, M., MORVAN, C., THELLIER, M. 1984. Calcium and the cell wall. *Plant Cell Environ.*, **7**: 441-448.
- DHINGRA, O. D., SINCLAR, J. B. 1995. *Basic plant pathology methods*. Boca Raton, FL, USA. CRC Press.
- DUVENHAGE, J. A., KOTZÉ, J. M. 1991. The influence of calcium on saprophytic growth and pathogenicity of *Phytophthora cinnamomi* and on resistance of avocado to root rot. *South African Avocado Growers' Association Yearbook*, **14**: 13-14.
- ELAD, Y., YUNIS, H., VOLPIN, H. 1993. Effect of nutrition on susceptibility of cucumber, eggplant, and pepper crops to *Botrytis cinerea*. *Can. J. Bot.*, **71**: 602-608.
- ERWIN, D. C., RIBEIRO, O. K. 1996. *Phytophthora diseases worldwide*. APS Press, St. Paul, MN.
- GALLEGO, F. J., PÉREZ DE ALGABA, A., FERNÁNDEZ-ESCOBAR, R. 1999. Etiology of oak decline in Spain. *Eur. J. For. Path.*, **29**: 17-27.
- GROSE, M. J., HAINSWORTH, J. M. 1992. Soil water extraction, measured by computer-assisted tomography, in seedling *Lupinus angustifolius* cv Yandee when healthy and infected with *Phytophthora cinnamomi*. *J. Exp. Bot.*, **43**: 121-127.
- HEYMAN, F., LINDAHL, B., PERSSON, L., WIKSTRÖM, M., STENLID, J. 2007. Calcium concentrations of soil affect suppressiveness against *Aphanomyces* root rot of pea. *Soil Biol. Biochem.*, **39**: 2.222- 2.229.
- HOAGLAND, D. R., ARNON, D. I. 1950. The water culture methods for growing plants without soil. *California Agricultural Experimental Station Circular*, **347**: 1-32.
- HUBER, D. M. 1991. The use of fertilizers and organic amendments in the control of plant disease. En: *CRC Handbook of Pest Management of Agriculture*. Vol. 1. Boca Raton, USA, CRC Press: 357-394.
- LILJA, A., LUORANEN, J., RIKALA, R., HEINONEN, R. 2007. The effects of calcium on stem lesions of silver birch seedlings. *For. Path.*, **37**: 96-104.
- MARSCHNER, H. 1995. *Mineral Nutrition of Higher Plants*, 2<sup>nd</sup> edn. London, UK, Academic Press.
- MESSENGER, B. J., MENGE, J. A., POND, E. 2000. Effects of gypsum soil amendments on avocado growth, soil drainage, and resistance to *Phytophthora cinnamomi*. *Plant Dis.*, **84**: 612-616.
- PRABHU, A. S., FAGERIA, N. K., HUBER, D. M., RODRIGUES, F. A. 2007. Potassium and Plant Disease. En: *Mineral Nutrition and Plant Disease*, St. Paul, MN, APS Press: 57-78.
- PUNJA, Z. K., CARTER, J. D., CAMPBELL, G. M., ROSSELL, E. L. 1986. Effects of calcium and nitrogen fertilizers fungicides, and tillage practices on incidence of *Sclerotium rofsii* on processing carrots. *Plant Dis.*, **70**: 819-824.
- RAHMAN, M., PUNJA, Z. K. 2007. Calcium and Plant Disease. En: *Mineral Nutrition and Plant Disease*, St. Paul, MN, APS Press: 79-93.
- RIBEIRO, O. K. 1978. *A sourcebook of the genus Phytophthora*. Vaduz, J. Cramer.
- ROMERO, M. A., SÁNCHEZ, J. E., JIMÉNEZ, J. J., BELBAHRI, L., TRAPERO, A., LEFORT, F., SÁNCHEZ, M. E. 2007. New *Pythium* taxa causing root rot on Mediterranean *Quercus* species in southwest Spain and Portugal. *J. Phytopathol.*, **155**: 289-295.
- SÁNCHEZ, M. E., CAETANO, P., FERRAZ, J., TRAPERO, A. 2002. *Phytophthora* disease of *Quercus ilex* in southwestern Spain. *For. Pathol.*, **32**: 5-18.
- 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., ANDICOBERRY, S., TRAPERO, A. 2005. Pathogenicity of three *Phytophthora* spp. causing late seedling rot of *Quercus ilex* ssp. *ballota*. *For. Pathol.*, **35**: 115-125.
- 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*. Brasier C, Jung T, Obwald W (Eds). Farnham, UK: 149-154.
- SERRANO, M. S., FERNÁNDEZ-REBOLLO, P., CARBONERO, M. D., TRAPERO, A., SÁNCHEZ, M. E. 2009. La tremosilla (*Lupinus luteus*): un nuevo huésped de *Phytophthora cinnamomi* en las dehesas de Andalucía occidental. *Bol. San. Veg. Plagas*, **35**: 75-87.
- SERRANO, M. S., DE VITA, P., FERNÁNDEZ-REBOLLO, P., TRAPERO, A., SÁNCHEZ, M. E. 2010. Efecto *in vitro* del calcio y el potasio en la producción de esporangios de *Phytophthora cinnamomi*. XV Congreso de la Sociedad Española de Fitopatología, Vitoria. 27 septiembre-1 octubre de 2010.
- STEELE, R. G. D., TORRIE, J. H. 1985. *Bioestadística: Principios y procedimientos*. McGraw-Hill, Bogotá.
- SUGIMOTO, T., AINO, M., SUGIMOTO, M., WATANABE, K. 2005. Reduction of *Phytophthora* stem rot disease on soybeans by the application of CaCl<sub>2</sub> and Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>. *J. Phytopathol.*, **153**: 536-543.
- SUGIMOTO, T., WATANABE, K., YOSHIDA, S., AINO, M., MATSUYAMA, M., MAEKAWA, M., IRIE, K. 2007. The effects of inorganic elements on the reduction of *Phytophthora* stem rot disease of soybean, the growth rate and zoospore release of *Phytophthora sojae*. *J. Phytopathol.*, **155**: 97-107.

VÁZQUEZ, F. M., ESPÁRAGO, F., LÓPEZ MÁRQUEZ, J. A., JARAQUEMADA, F., PÉREZ, M. C. 1992. Descripción de la especie *Quercus rotundifolia* Lam. y sus formas para Extremadura. Colección Información Técnica Agraria. Serie Agricultura 17. Consejería de Agricultura y Comercio, Junta de Extremadura, Mérida.

VON BROEMSEN, S. L., DEACON, J. W. 1997. Calcium interference with zoospore biology and infectivity of *Phytophthora parasitica* in nutrient irrigation solution. *Phytopathology*, **87**: 522-528.

(Recepción: 15 octubre 2010)

(Aceptación: 28 febrero 2011)



## Control de la podredumbre radical de encinas mediante fertilizantes inorgánicos II: efecto *in vitro* del Ca y el K en la capacidad infectiva de *Phytophthora cinnamomi*

M. S. SERRANO, P. DE VITA, P. FERNÁNDEZ-REBOLLO, M. E. SÁNCHEZ

Se ha estudiado el efecto *in vitro* de varios productos de calcio y potasio (CaO, CaCO<sub>3</sub>, CaCl<sub>2</sub>, Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, CaSO<sub>4</sub>, KIO<sub>3</sub>, KNO<sub>3</sub>, K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, KCl y KOH) sobre el crecimiento micelial, la producción de esporangios y clamidosporas y la germinación de esporangios (producción de zoosporas) de *Phytophthora cinnamomi*, principal agente biológico causante de la podredumbre radical que afecta a las encinas que crecen en las dehesas del sur de la Península Ibérica. Aunque ninguno de los productos a valores de pH  $\approx$  6 inhibió el crecimiento micelial del patógeno, el CaO, CaCO<sub>3</sub>, CaSO<sub>4</sub>, KOH y KIO<sub>3</sub> inhibieron de forma muy efectiva la producción de esporangios, y por tanto, serían capaces de disminuir o incluso anular la producción de zoosporas infectivas, si bien no resultan tan efectivos en la inhibición de la germinación de esporangios ya formados. El CaO, CaCO<sub>3</sub>, K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> y CaCl<sub>2</sub> además inhibieron eficazmente la producción de clamidosporas. La aplicación de enmiendas calizas (CaO y CaCO<sub>3</sub> fundamentalmente, y también CaSO<sub>4</sub>) a los suelos de dehesas infestados por el patógeno, por su elevada capacidad de inhibición de la producción de esporangios y clamidosporas, podrían constituir un tratamiento efectivo para el control de la enfermedad radical, limitando o impidiendo nuevas infecciones de las encinas ya establecidas o evitando la infección radical de los plantones en las repoblaciones de dehesas afectadas por la enfermedad.

M. S. SERRANO, P. DE VITA, M. E. SÁNCHEZ. Dpto. Agronomía (Patología Agroforestal). Universidad de Córdoba. [ag1sahem@uco.es](mailto:ag1sahem@uco.es)  
P. FERNÁNDEZ-REBOLLO. Dpto. Ingeniería Forestal, Universidad de Córdoba.

**Palabras clave:** decaimiento, dehesa, *Q. ilex* subsp. *ballota*.

### INTRODUCCIÓN

*Phytophthora cinnamomi* es el principal causante de la podredumbre radical que afecta a encinas y alcornoques en las dehesas del suroeste de la Península Ibérica (BRASIER *et al.*, 1993; BRASIER, 1996; SÁNCHEZ *et al.*, 2002; 2003). Este patógeno de suelo causa la muerte masiva de las raicillas absorbentes, reduciendo la capacidad del árbol para absorber agua y nutrientes (SÁNCHEZ *et al.*, 2002).

El microorganismo se encuentra en el suelo en forma de estructuras de resis-

cia (clamidosporas) capaces de subsistir durante un tiempo relativamente amplio como propágulos en latencia (SÁNCHEZ *et al.*, 2002; 2003; 2006; ROMERO *et al.*, 2007). Estas esporas germinan produciendo esporangios, que a su vez germinan emitiendo zoosporas móviles. Este proceso de germinación tiene lugar cuando hay humedad en el suelo y su temperatura es relativamente alta ( $\geq$  25 °C), favoreciéndose además en suelos ácidos (ERWIN y RIBEIRO, 1996). La existencia de agua libre en el suelo facilita la dispersión de las zoosporas flageladas, desplazándose activa-

mente por la película de agua que rodea las partículas del suelo, siendo entonces atraídas químicamente por los exudados radicales de las plantas susceptibles. Cuando infecta al huésped, el patógeno desarrolla su micelio en el interior de las raíces y se multiplica rápidamente en sucesivos ciclos de producción de esporangios y emisión de zoosporas, dando lugar a un aumento de su población mientras se mantengan las condiciones de saturación hídrica del suelo (ERWIN y RIBEIRO, 1996). Tras la colonización y muerte de las raíces o cuando las condiciones ambientales no son favorables, el patógeno forma nuevas esporas de supervivencia (clamidosporas) que quedan en el suelo como estructuras de resistencia (ERWIN y RIBEIRO, 1996; ROMERO *et al.*, 2007). Con estas premisas, los métodos de control que sean capaces de limitar la capacidad infectiva del patógeno, actuando sobre la germinación de las clamidosporas, la producción de esporangios y/o la germinación de los mismos, pueden resultar efectivos en la prevención de la enfermedad radical causada por *P. cinnamomi* en encinas y alcornoques, disminuyendo la producción de las zoosporas capaces de infectar las raíces.

El objetivo de este trabajo ha sido evaluar el efecto *in vitro* que distintos compuestos de calcio y potasio tienen sobre la capacidad infectiva de *P. cinnamomi* mediante la evaluación de la inhibición del crecimiento micelial y de la producción de clamidosporas y esporangios y germinación de estos últimos.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron dos aislados de *P. cinnamomi* de la colección fúngica del Departamento de Agronomía de la Universidad de Córdoba: PE90 y PA25, cada uno de ellos perteneciente a uno de los grupos genéticos descritos para los aislados de *P. cinnamomi* de *Quercus* en el sur de la Península Ibérica (CAETANO *et al.*, 2009).

## Inhibición *in vitro* del crecimiento micelial

Se evaluaron distintas formulaciones de calcio (óxido, nitrato, carbonato, cloruro y sulfato) y de potasio (hidróxido, nitrato, cloruro, iodato y sulfato) para cuantificar su capacidad de inhibición del crecimiento micelial de *P. cinnamomi* en el medio de cultivo genérico Corn Meal Agar (CMA, 17 g x L<sup>-1</sup>). Las concentraciones ensayadas fueron: 0, 50, 150, 300 y 600 ppm de ión Ca<sup>2+</sup> o K<sup>+</sup>.

Para cada formulación se preparó una solución madre a 3.000 ppm, de donde se obtuvieron las demás concentraciones por diluciones consecutivas. Los diferentes medios de cultivo se obtuvieron a partir de medio CMA al que, cuando aún estaba templado y fundido, se le añadieron las diferentes soluciones de calcio o potasio. A cada uno de los medios de cultivo así obtenidos se le midió el pH mediante un pHmetro (CRISON, GLP21) y, posteriormente se vertieron en placas de Petri de 9 cm de diámetro y se dejaron enfriar. Las placas con CMA y concentración cero de iones se usaron como control.

En el centro de las placas se colocaron discos de agar de 6 mm de diámetro de cada uno de los dos aislados de *P. cinnamomi* crecidos durante 4 días en medio de cultivo CA (Agar-Zanahoria) (DHINGRA y SINCLAR, 1995), en oscuridad a 22 °C. Se prepararon tres repeticiones (placas) para cada uno de los aislados, compuestos y concentraciones ensayadas. Todas las placas, incluidas las control, se incubaron en cámara de cultivo a 25 °C en oscuridad. Diariamente se midió el crecimiento radial de las colonias, hasta que las colonias del testigo o de alguno de los tratamientos ocuparon toda la placa de Petri.

Aquellas formulaciones que variaron sustancialmente el pH del medio de cultivo, se ensayaron también neutralizando el medio mediante la adición de ácido láctico hasta que el pH era similar al del testigo (CMA).

### **Inhibición *in vitro* de la producción de esporangios y clamidosporas**

Se evaluaron las mismas formulaciones del ensayo anterior (óxido, nitrato, carbonato, cloruro y sulfato cálcico e hidróxido, nitrato, cloruro, iodato y sulfato potásico) para cuantificar su efecto sobre la producción de esporangios y clamidosporas de los aislados PE90 y PA25. Las concentraciones de ión calcio y potasio en este experimento fueron 600 ppm de  $\text{Ca}^{2+}$  y 50 ppm de  $\text{K}^{+}$ , lo que corresponde a los valores habituales de fertilización cálcica o potásica que se aplican en dehesas (FERNÁNDEZ-REBOLLO y CARBONERO, 2008).

Para estimular la producción de esporangios se preparó un extracto acuoso de suelo (RIBEIRO, 1978), con un contenido inicial en  $\text{Ca}^{2+}$  de cambio de  $37,91 \text{ meq} \times \text{kg}^{-1}$  y un contenido en  $\text{K}^{+}$  de cambio de  $2,8 \text{ meq} \times \text{kg}^{-1}$ . Al extracto obtenido se le añadieron los diferentes compuestos de calcio o potasio a la dosis seleccionada. A todos los extractos de suelo se les midió el pH con el mismo pHmetro que en el ensayo anterior. Para comprobar que la microflora del extracto de suelo, que estimula la producción de esporangios, continuaba viva, se sembraron alícuotas de  $300 \mu\text{l}$  de cada extracto de suelo con su correspondiente compuesto de calcio o potasio, en placas de Petri de 6 cm de diámetro con un medio de cultivo genérico para hongos y bacterias, PDA (Patata-Dextrosa-Agar) (DHINGRA y SINCLAR, 1995) y un medio de cultivo genérico para bacterias, NBY (Nutrient Broth Yeast Extract) (WELLER *et al.*, 1984).

Los dos aislados se hicieron crecer separadamente durante 4 días en oscuridad a  $22 \text{ }^{\circ}\text{C}$  en el medio de cultivo PA (Agar-Guisante) al 20% (TRIONE, 1974). Posteriormente, se transfirieron discos de 6 mm de diámetro a placas de Petri de 6 cm de diámetro vacías y se vertieron en estas placas los extractos de suelo previamente preparados, hasta el margen de los discos (CAETANO, 2007). Se prepararon cuatro repeticiones (placas) por producto y aislado. Estas placas se incubaron en luz constante a  $22 \text{ }^{\circ}\text{C}$  hasta que alcanzaron la máxima producción de esporangios, a las 50

h del comienzo del ensayo para el aislado PE90 y a las 55 h para el aislado PA25. Trascurrido este tiempo, se determinó la producción de esporangios y clamidosporas mediante observación directa al microscopio invertido y conteo de estructuras maduras.

### **Inhibición *in vitro* de la germinación de esporangios**

Se evaluaron las mismas formulaciones y concentraciones del experimento anterior para los aislados de *P. cinnamomi* PE90 y PA25. La capacidad germinativa de los esporangios se determinó mediante la cuantificación de la producción de zoosporas. Para estimular la producción de esporangios, se transfirió a placas de Petri de 6 cm de diámetro el micelio aéreo de cada uno de los dos aislados producido tras 3 días de incubación en oscuridad a  $22 \text{ }^{\circ}\text{C}$  en medio de cultivo CA (Agar-Zanahoria al 20%, ERWIN y RIBEIRO, 1996) en placas de Petri de 9 cm de diámetro. Después, se vertió en estas placas extracto de guisante (TRIONE, 1974). Estas placas se incubaron en oscuridad a  $22 \text{ }^{\circ}\text{C}$  durante 3 días. El micelio formado, ya con esporangios maduros, se transfirió a placas de Petri de 6 cm de diámetro con los extractos de suelo previamente preparados con los diferentes compuestos de calcio y potasio y el extracto de suelo sin ningún producto (testigo), siguiendo la misma metodología que en el apartado anterior. Se realizaron tres repeticiones para cada compuesto y aislado. Las placas se sometieron a un choque frío ( $4\text{-}5 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ) durante 30 min y vuelta a temperatura ambiente ( $22 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ) durante 2 h, para estimular la germinación de los esporangios y la liberación de zoosporas (RIBEIRO, 1978). Se cuantificó la producción de zoosporas mediante conteo en cámara Neubauer de alícuotas del extracto de suelo.

### **Análisis de datos**

Para cada experimento, los valores obtenidos se refirieron a los correspondientes tes-

tigos sin compuestos de Ca o K (testigos) y se expresaron como porcentaje de inhibición (o en su caso, estimulación) del crecimiento micelial, de la producción de esporangios, de la producción de clamidosporas y de la germinación de esporangios (producción de zoosporas). Los datos se analizaron mediante un ANOVA mediante el programa Statistix (Analytical Software, Tallase, USA).

## RESULTADOS

### Inhibición del crecimiento micelial

El ensayo terminó a los 3 días, cuando las colonias de algún tratamiento o el testigo, ocuparon toda la placa. Los dos aislados de *P. cinnamomi* (PA25 y PE90) mostraron diferencias significativas entre sí en cuanto a su tasa de crecimiento, pero la interacción aislados por productos no resultó significativa, por lo que el efecto de los productos evaluados fue similar para ambos aislados. Los porcentajes de inhibición calculados con respecto a cada uno de los dos testigos no difirieron entre sí, por lo que los datos que se muestran a continuación corresponden a valores medios de inhibición para ambos aislados.

Las diferencias observadas en los pHs de los distintos medios respecto del pH del medio testigo (pH=5,86) fueron muy marcadas para el CaO y el KOH, llegando a alcanzar a las concentraciones más altas valores de pH de hasta cuatro puntos por encima del testigo (Cuadro 1). Al neutralizar el medio de

estos dos productos con ácido láctico se obtuvieron valores de pH similares al testigo.

Los valores medios de porcentaje de inhibición del crecimiento micelial de los diferentes compuestos de calcio y potasio aparecen en la Figura 1. Se observó un gradiente de inhibición del crecimiento micelial a medida que aumenta la concentración de producto en el medio. Considerando como efectivos los compuestos capaces de inhibir el crecimiento micelial al menos en un 50%, solamente el CaO y el KOH cumplen esta premisa a concentraciones elevadas (300 y 600 ppm). Sin embargo, cuando se neutraliza el medio, se obtienen porcentajes de inhibición muy bajos en el caso del CaO neutralizado y algo mayores, aunque no por encima del 50%, para el KOH neutralizado (Figura 1).

### Inhibición de la producción de esporangios y clamidosporas

En las placas con medios PDA y NBY sembradas con alícuotas de los extractos de suelo con compuestos de calcio o potasio, se observó el crecimiento de colonias de hongos y bacterias respectivamente, por lo que se comprobó que la microflora del extracto de suelo continuaba viva en todos los casos. Los valores de pH de los distintos extractos de suelo con los productos de calcio y potasio aparecen en el Cuadro 2.

Los dos aislados de *P. cinnamomi* (PA25 y PE90) mostraron diferencias significativas entre sí en la producción de esporangios y

Cuadro 1. pH de los medios CMA tras la adición de los distintos productos de calcio y potasio a las concentraciones ensayadas

Concentración (ppm)	CaO	Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	CaCO <sub>3</sub>	CaCl <sub>2</sub>	CaSO <sub>4</sub>	KOH	KNO <sub>3</sub>	KCl	KIO <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
50	8,31	5,71	6,60	5,79	5,88	7,49	5,86	5,79	5,83	5,86
150	10,44	5,65	6,50	5,66	5,88	10,17	5,75	5,77	5,84	5,87
300	11,45	5,59	6,75	5,59	5,72	11,22	5,76	5,75	5,73	5,93
600	11,94	5,41	6,86	5,55	5,70	11,76	5,74	5,61	5,60	6,08

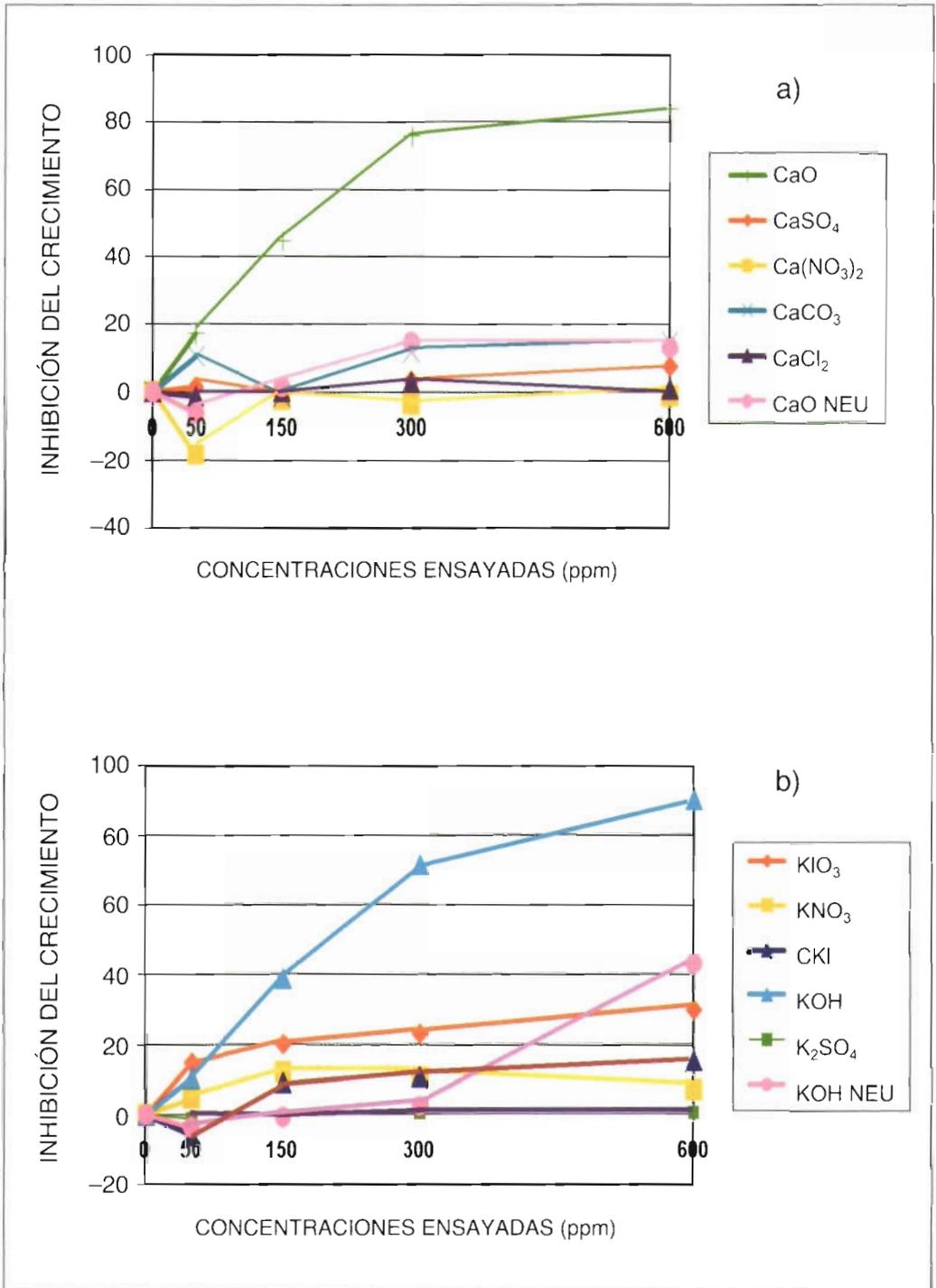


Figura 1. Porcentaje de inhibición del crecimiento micelial de *P. cinnamomi* para los diferentes compuestos de calcio (a) y potasio (b) a las distintas concentraciones ensayadas

**Cuadro 2. pH de los distintos extractos de suelo ensayados a las concentraciones de 600 ppm para los compuestos de calcio y 50 ppm para los de potasio**

Testigo	CaO	Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	CaCO <sub>3</sub>	CaCl <sub>2</sub>	CaSO <sub>4</sub>	KOH	KNO <sub>3</sub>	KCl	KIO <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
6.3	12.2	7.37	8.48	6.20	6.35	10.2	8.2	6.8	6.6	6.7

clamidosporas, pero el efecto de los distintos compuestos de calcio y potasio respecto del testigo fue similar para los dos aislados, no apareciendo diferencias significativas en la interacción aislado por compuesto para la inhibición/estimulación de la producción de esporangios y tampoco para la inhibición/estimulación de la producción de clamidosporas.

La Figura 2 muestra los valores medios para ambos aislados del porcentaje de inhibición o estimulación de la producción de esporangios inducida por los distintos productos de calcio y potasio ensayados. Los extractos de suelo con CaO y CaCO<sub>3</sub> inhibieron la producción de esporangios casi al

100%. Considerando como eficaces a aquellos compuestos capaces de inhibir la producción de esporangios en al menos el 50%, además de los ya citados, el KOH, KIO<sub>3</sub> y CaSO<sub>4</sub> también resultaron efectivos. El porcentaje medio de inhibición de los compuestos CaCl<sub>2</sub>, KCl y K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> fue menor del 50%. Por otra parte, los nitratos de calcio y potasio estimularon la producción de esporangios, llegando incluso a un factor de estimulación del 1,9 en el caso del KNO<sub>3</sub>.

Respecto a la producción de clamidosporas (Figura 3), de nuevo el CaO resultó el compuesto más eficaz, con una inhibición del 100%. Siguiendo el mismo criterio que en los experimentos anteriores, resultaron eficaces

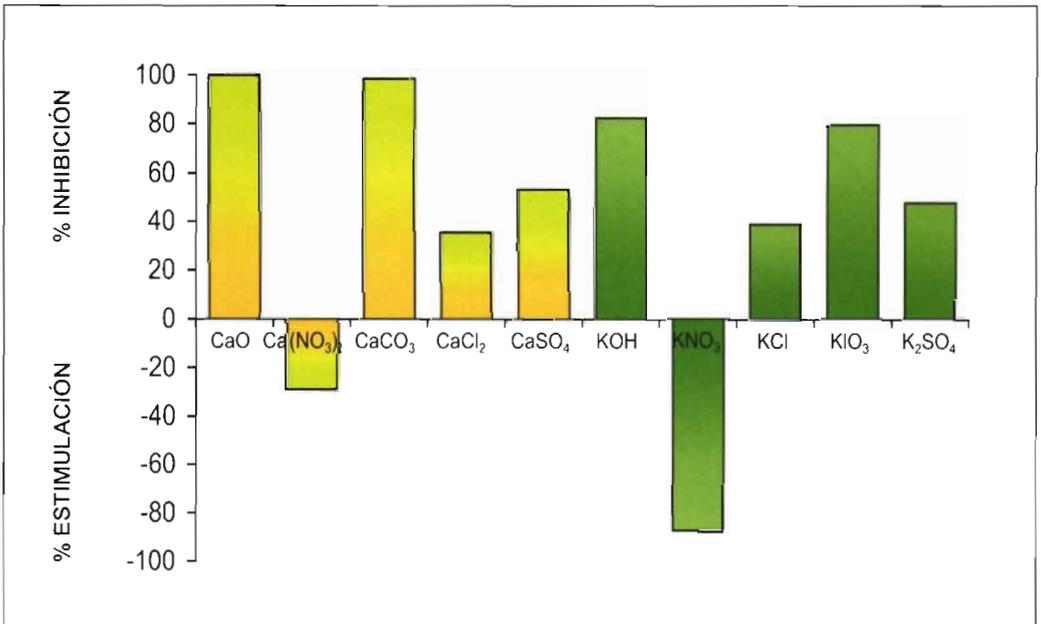


Figura 2. Porcentaje de inhibición de la producción de esporangios de *P. cinnamomi* para cada uno de los compuestos de calcio y potasio ensayados

el  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{K}_2\text{SO}_4$  y  $\text{CaCl}_2$ , con un porcentaje de inhibición mayor del 50%. El resto de los compuestos no resultaron efectivos e incluso  $\text{KOH}$  y  $\text{KIO}_3$  estimularon la formación de clamidosporas, con un factor de estimulación de 2.0 y 1,3 respectivamente.

**Inhibición de la germinación de esporangios (producción de zoosporas)**

En valores absolutos, el aislado PE90 mostró una tasa de germinación de sus esporangios significativamente mayor que el PA25, sin embargo el efecto de los productos cálcicos y potásicos respecto del testigo fue similar para ambos aislados. Por lo tanto, en el porcentaje de inhibición de la germinación de esporangios no se observaron diferencias significativas entre los dos aislados.

El porcentaje de inhibición de la germinación de esporangios de los diferentes compuestos de calcio y potasio ensayados para

ambos aislados aparece en la Figura 4. El  $\text{CaCl}_2$  resultó claramente eficaz, con un porcentaje de inhibición de la germinación de esporangios (producción de zoosporas) mayor del 80%. El resto de los compuestos no resultaron efectivos, aunque el  $\text{CaO}$  y  $\text{CaSO}_4$  produjeron porcentajes de inhibición cercanos al 50%. Cabe destacar que ninguno de los productos ensayados estimuló la germinación de los esporangios de *P. cinnamomi*.

**DISCUSIÓN**

Se han llevado a cabo distintos estudios que relacionan el efecto que el calcio y el potasio tienen sobre el crecimiento micelial de diversas especies de *Phytophthora*. Para *Phytophthora nicotianae* el óxido, el propionato y el carbonato cálcico reducen el crecimiento del patógeno (CAMPANELLA *et al.*, 2002). Para el patosistema *Phytophthora sojae*-soja, se ha demostrado que el  $\text{KNO}_3$  y el  $\text{CaCl}_2$  son eficaces para disminuir el cre-

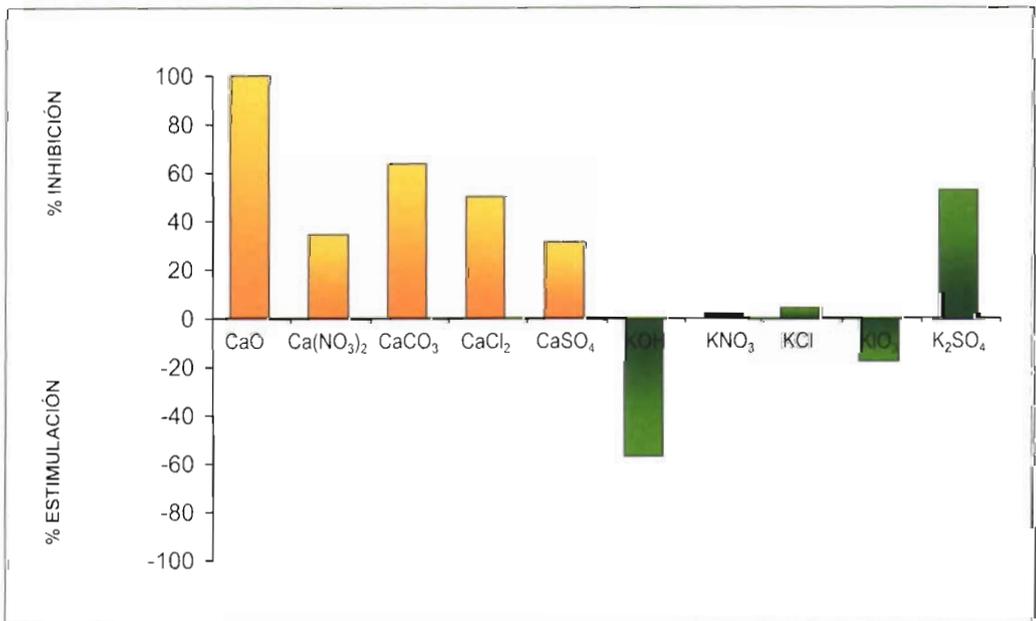


Figura 3. Porcentaje de inhibición de la producción de clamidosporas de *P. cinnamomi* para cada uno de los compuestos de calcio y potasio ensayados

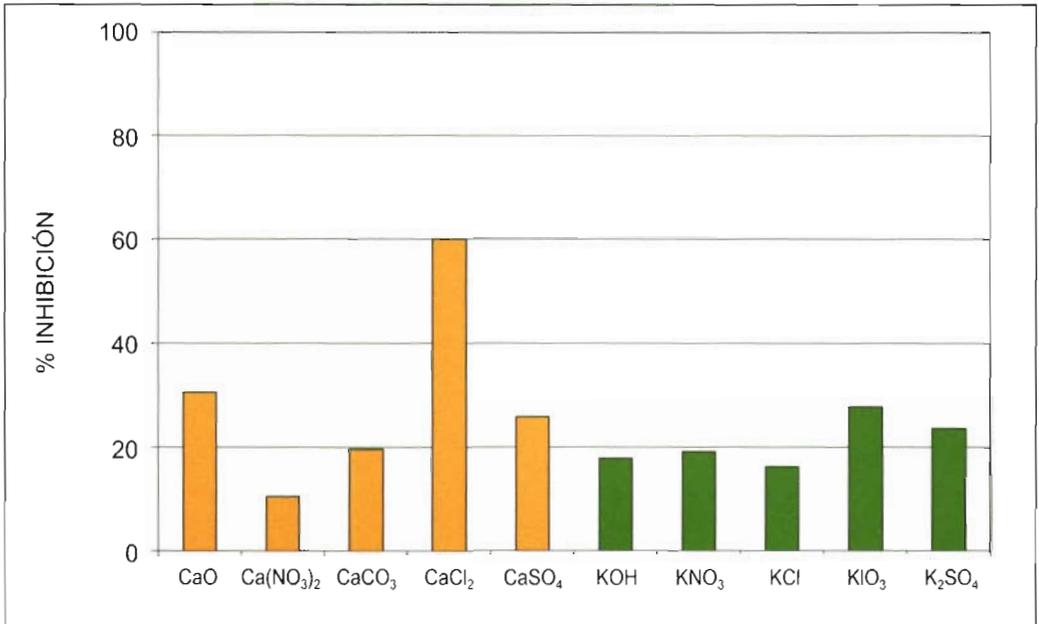


Figura 4. Porcentaje de inhibición de la germinación de esporangios (producción de zoosporas) de *P. cinnamomi* para cada uno de los compuestos de calcio y potasio ensayados.

cimiento micelial de *P. sojae*, inhibiendo además la infección del huésped (SUGIMOTO *et al.*, 2005). Según nuestros resultados, el efecto inhibitor del CaO y el KOH sobre el crecimiento micelial de *P. cinnamomi* se puede deber más al efecto del aumento del pH del medio que al del propio ión  $\text{Ca}^{2+}$  o  $\text{K}^+$ . Además algunos de los productos ensayados ( $\text{CaCl}_2$ , KCl,  $\text{K}_2\text{SO}_4$  y CaO y KOH neutralizados a bajas concentraciones, y  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  a cualquier concentración) estimulan el crecimiento micelial, lo que concuerda con otros trabajos realizados por HALSALL y FORRESTER (1977), DUVENHAGE y KOTZÉ (1991) y DUVENHAGE *et al.* (1992). No obstante la capacidad de *P. cinnamomi* para producir enfermedad no depende del crecimiento saprofítico del patógeno, sino de su capacidad infectiva vía zoosporas (ERWIN y RIBEIRO, 1996).

En *P. nicotianae* el óxido y el propionato cálcico disminuyen la producción de zoosporas (CAMPANELLA *et al.*, 2002). Para *P. cinnamomi* hemos comprobado que esta dis-

minución mediada por el óxido de calcio se debe más bien a la inhibición de la producción de esporangios que a un efecto directo sobre su germinación. Según VON BROEMSEN y DEACON (1997), el  $\text{CaCl}_2$  reduce significativamente la liberación de esporas infectivas de *Phytophthora parasitica*, a pesar de que genera una mayor producción de esporangios. Nuestros resultados indican el mismo efecto del  $\text{CaCl}_2$  en *P. cinnamomi* inhibiendo la liberación de zoosporas y además, al contrario de lo observado para *P. parasitica*, también inhibe la producción de esporangios, aunque esta inhibición no llega al 50%. En el caso de *P. sojae*, concentraciones bajas (0,4-10 mM) de  $\text{CaCl}_2$  y  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  en el medio inducen la liberación de zoosporas, mientras que concentraciones mayores (20-30 mM) la inhiben significativamente (SUGIMOTO *et al.*, 2005). En estudios realizados con *Aphanomyces*, la aplicación de  $\text{CaCl}_2$  o  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  al medio de cultivo disminuye la concentración de zoosporas, aunque producen un incremento del cre-

cimiento micelial. También las soluciones saturadas de  $\text{CaCO}_3$  y  $\text{CaSO}_4$  eliminan prácticamente la producción de zoosporas, pero no la producción de micelio (HEYMAN *et al.*, 2007).

En cuanto al efecto estimulador de la producción de esporangios de *P. cinnamomi* producido por los nitratos cálcico y potásico, VON BROEMSEN y DEACON (1997) observaron que para *P. parasitica*, a pesar de que el  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  genera una mayor producción de esporangios, reduce significativamente la movilidad de las zoosporas, produciendo un rápido enquistamiento de las mismas al liberarse de los esporangios y por tanto, las desactiva como estructuras infectivas. Aunque este punto no ha sido estudiado en el presente trabajo, es una cuestión a considerar.

En cuanto a la producción de clamidosporas, no se han encontrado referencias en la literatura consultada. Nuestros resultados indican que el  $\text{CaO}$  es muy eficaz, inhibiendo su producción al 100%, aunque también resultaron eficaces el  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{K}_2\text{SO}_4$  y  $\text{CaCl}_2$ . Por el contrario, el  $\text{KOH}$  y el  $\text{KIO}_3$  estimularon la formación de clamidosporas.

De todo lo expuesto podemos concluir que el  $\text{CaO}$ ,  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{CaSO}_4$ ,  $\text{KOH}$  y  $\text{KIO}_3$  son compuestos que inhiben de forma efectiva la producción de esporangios de *P. cinnamomi*, y como consecuencia, capaces de anular o en cualquier caso disminuir la producción de zoosporas infectivas. Los porcentajes de inhibición alcanzados por el  $\text{CaO}$  y el  $\text{CaCO}_3$  (100%) limitarían por completo la capacidad del microorganismo para producir estas estructuras de reproduc-

ción asexual, por lo que no sería posible la formación y liberación de zoosporas infectivas para la raíz de las encinas en dehesas. Sin embargo, la producción de zoosporas de *P. cinnamomi* a partir de los esporangios previamente formados sólo se ve inhibida de forma efectiva por el  $\text{CaCl}_2$ , producto que, si bien también inhibe la producción de esporangios, no lo hace en porcentajes que podamos considerar efectivos. Además, el  $\text{CaO}$  y el  $\text{CaCO}_3$  también inhiben la producción de las esporas de resistencia en el suelo, las clamidosporas. Estos resultados sugieren que la aplicación de enmiendas calizas ( $\text{CaO}$  y  $\text{CaCO}_3$  fundamentalmente, aunque también hay que considerar al  $\text{CaSO}_4$ ) a los suelos de dehesas infestados por el patógeno puede ser una vía a considerar como un tratamiento efectivo para el control de la enfermedad radical. Las enmiendas calizas pueden impedir o limitar nuevas infecciones de las raíces de las encinas ya establecidas o, aplicándolas al hoyo de plantación, evitar la infección radical de los plántones con los que se intenta repoblar los oquedales generados por la muerte de encinas debido a la podredumbre radical causada por *P. cinnamomi* en las dehesas andaluzas.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación (proyecto AGL2009-00530) y la Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía.

## ABSTRACT

SERRANO, M. S., P. DE VITA, P. FERNÁNDEZ-REBOLLO, M. E. SÁNCHEZ. 2011. Control of the root rot of holm oaks by inorganic amendments II: effect *in vitro* of Ca and K in the infectivity of *Phytophthora cinnamomi*. *Bol. San. Veg. Plagas*, 37: 109-118.

*Phytophthora cinnamomi* is the main biological agent that causes root rot affecting holm oak growing in rangelands at the south of the Iberian Peninsula. We studied the *in vitro* effectiveness of several calcium and potassium products ( $\text{CaO}$ ,  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{CaSO}_4$ ,  $\text{KIO}_3$ ,  $\text{KNO}_3$ ,  $\text{K}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{KCl}$  and  $\text{KOH}$ ) on *Phytophthora cinnamomi* mycelial growth, sporangial and chlamydospore production and sporangial germination (production of zoospores). Although none of the products inhibited the mycelial growth at  $\text{pH} \approx 6$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{CaSO}_4$ ,  $\text{KOH}$  and  $\text{KIO}_3$  were very effective for inhibition of

sporangial production and, therefore, they would be able to reduce or even avoid production of infective zoospores, since do not resulted effective in the inhibition of sporangial germination. CaO, CaCO<sub>3</sub>, CaCl<sub>2</sub> and K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> also effectively inhibited chlamydospore production. Because of its high capacity to inhibit the production of sporangia and chlamydospores, limestone amendments (mainly CaO and CaCO<sub>3</sub>, and CaSO<sub>4</sub>) to soils infested by the pathogen, may constitute an effective treatment for control the root disease, limiting or preventing new infections of established oaks or preventing root infections of seedlings in the forestation of *dehesas* affected by the disease.

**Key words:** Decline, *Q. ilex* subsp. *ballota*, rangelands.

## REFERENCIAS

- BRASIER, C. M. 1996. *Phytophthora cinnamomi* and oak decline in southern Europe. Environmental constraints including climate change. *Ann. Sci. For.*, **53**: 347-358.
- BRASIER, C. M., ROBREDO, F., FERRAZ, J. F. P. 1993. Evidence for *Phytophthora cinnamomi* involvement in Iberian oak decline. *Plant Pathol.*, **42**: 140-145.
- CAETANO, P. C. L. 2007. *Envolvimento de Phytophthora cinnamomi no declínio de Quercus suber e Q. rotundifolia: estudo de 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.
- CAETANO, P., ÁVILA, A., SÁNCHEZ, M. E., TRAPER, A., COELHO, A. C. 2009. *Phytophthora cinnamomi* populations in *Quercus* forests from Spain and Portugal. En: *Phytophthoras in Forests and Natural Ecosystems*. USDA-Forest Service. General Technical Report PSW-GTR-221: 261-269.
- CAMPANELLA, V., IPPOLITO, A., NIGRO, F. 2002. Activity of calcium salts in controlling *Phytophthora* root rot of citrus. *Crop Protect.*, **21**: 751-756.
- DHINGRA, O. D., SINCLAR, J. B. 1995. *Basic plant pathology methods*. Boca Raton, FL, USA, CRC Press.
- DUVENHAGE, J. A., KOTZÉ, J. M. 1991. The influence of calcium on saprophytic growth and pathogenicity of *Phytophthora cinnamomi* and on resistance of avocado to root rot. *South African Avocado Growers' Association Yearbook*, **14**: 13-14.
- DUVENHAGE, J. A., KOTZÉ, J. M., MAAS, E. M. C. 1992. The influence of nitrogen and calcium on mycelial growth and disease severity of *Phytophthora cinnamomi* and the effect of calcium on resistance of avocado to root rot. *South African Avocado Growers' Association Yearbook*, **15**: 12-14.
- ERWIN, D. C., RIBEIRO, O. K. 1996. *Phytophthora diseases worldwide*. APS Press, St. Paul, MN.
- FERNÁNDEZ REBOLLO, P., CARBONERO, M. D. 2008. La dehesa como hábitat natural para el Cerdo Ibérico. En: Forero, J (ed). *El Cerdo Ibérico. Una revisión transversal*. Consejería de Agricultura y Pesca, Junta de Andalucía-Fundación Caja Rural del Sur: 103-133.
- HALSALL, D. M., FORRESTER, R. I. 1977. Effects of certain cations on the formation and infectivity of *Phytophthora* zoospores. I. Effects of calcium, magnesium, potassium and iron ions. *Can. J. Microbiol.*, **23**: 994-1001.
- HEYMAN, F., LINDAHL, B., PERSSON, L., WIKSTRÖM, M., STENLID, J. 2007. Calcium concentrations of soil affect suppressiveness against *Aphanomyces* root rot of pea. *Soil Biol. Biochem.*, **39**: 2.222- 2.229.
- RIBEIRO, O. K. 1978. *A sourcebook of the genus Phytophthora*. Vaduz, J Cramer.
- ROMERO, M. A., SÁNCHEZ, J. E., JIMÉNEZ, J. J., BELBAHRI, L., TRAPER, A., LEFORT, F., SÁNCHEZ, M. E. 2007. New *Pythium* taxa causing root rot on Mediterranean *Quercus* species in southwest Spain and Portugal. *J. Phytopathol.*, **155**: 289-295.
- SÁNCHEZ, M. E., CAETANO, P., FERRAZ, J., TRAPER, A. 2002. *Phytophthora* disease of *Quercus ilex* in southwestern Spain. *For. Pathol.*, **32**: 5-18.
- SÁNCHEZ, M. E., SÁNCHEZ, J. E., NAVARRO, R. M., FERNÁNDEZ, P., TRAPER, 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., TRAPER, 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*. Brasier C, Jung T, Oßwald W (Eds). Farnham, UK: 149-154.
- SUGIMOTO, T., AINO, M., SUGIMOTO, M., WATANABE, K. 2005. Reduction of *Phytophthora* stem rot disease on soybeans by the application of CaCl<sub>2</sub> and Ca (NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>. *J. Phytopathol.*, **153**: 536-543.
- TRIONE, E. J. 1974. Sporulation and Germination of *Phytophthora lateralis*. *Phytopathology*, **64**: 1.531-1.533.
- VON BROEMSEN, S. L., DEACON, J. W. 1997. Calcium interference with zoospore biology and infectivity of *Phytophthora parasitica* in nutrient irrigation solution. *Phytopathology*, **87**: 522- 528.
- WELLER, D. M., COOK, R. J., WILKINSON, H. T. 1984. Methods for screening bacteria and application thereof for field control of diseases caused by *Gaeumannomyces graminis*. *U. S. patent*, 4: 456.684.

(Recepción: 15 octubre 2010)

(Aceptación: 28 febrero 2011)

## Control de la podredumbre radical de encinas mediante fertilizantes inorgánicos III: efecto de la aplicación al suelo de fertilizantes cálcicos y potásicos

M. S. SERRANO, P. DE VITA, P. FERNÁNDEZ-REBOLLO, M. E. SÁNCHEZ

En este trabajo se estudia el efecto de distintos compuestos de calcio ( $\text{CaO}$ ,  $\text{CaCO}_3$  y  $\text{CaSO}_4$ ) y potasio ( $\text{KOH}$  y  $\text{KIO}_3$ ) en la densidad de inóculo en el suelo y la infectividad de *Phytophthora cinnamomi*, el principal agente biológico que causa podredumbre radical de especies de *Quercus* en montes y dehesas del sur de España. Los productos fueron seleccionados por su eficacia en la inhibición *in vitro* de la producción de esporangios y clamidosporas de *P. cinnamomi*. Cada producto se añadió separadamente a suelo infestado con *P. cinnamomi* a las dosis habituales utilizadas en dehesas. Dos semanas después de la adición los productos, sólo los compuestos de potasio dieron lugar a una disminución significativa en la densidad de inóculo. En ese momento, los suelos fueron transferidos a macetas donde se plantaron encinas. Las plantas que crecieron en suelo infestado y no tratado mostraron altos niveles de síntomas foliares y radicales, mientras que las plantas que crecieron en suelos infestados tratados con fertilizantes (excepto  $\text{KIO}_3$ ) mostraron una reducción significativa de la severidad de síntomas. Estos resultados sugieren que, junto con otras estrategias de control, se debe considerar la aplicación regular de Ca y K en dehesas para la reducción de la incidencia de esta grave enfermedad.

M. S. SERRANO, P. DE VITA, M. E. SÁNCHEZ. Dpto. Agronomía (Patología Agroforestal), Universidad de Córdoba. [aglsahem@uco.es](mailto:aglsahem@uco.es)  
P. FERNÁNDEZ-REBOLLO. Dpto. Ingeniería Forestal. Universidad de Córdoba.

**Palabras clave:** decaimiento, dehesa, *Q. ilex* subsp. *ballota*, *Phytophthora cinnamomi*.

### INTRODUCCIÓN

La encina (*Quercus ilex* spp. *ballota*) constituye la especie más importante del ecosistema forestal andaluz, la dehesa, y del sur europeo. Tanto por su importancia desde el punto de vista medioambiental, como para la economía rural de la región, se justifica ampliamente la conservación y protección de las dehesas, en especial del decaimiento (Seca) que desde hace años vienen sufriendo. En este sentido, la Junta de Andalucía promulgó la Ley 7/2010 de 14 de julio para la Dehesa (BOJA 144, 23/07/2010), que en su Artículo 18 (Medidas específicas

de Investigación, Desarrollo y Formación), fija como línea estratégica b) *Prácticas de regeneración y mantenimiento del arbolado y de lucha contra su decaimiento (la seca)*.

Como principal factor de decaimiento o seca de las encinas en la dehesa andaluza destaca la podredumbre radical causada por *Phytophthora cinnamomi*, patógeno de suelo que ocasiona su deterioro y muerte (BRASIER *et al.*, 1993; BRASIER, 1996; SÁNCHEZ *et al.*, 2002; 2003; 2006).

De acuerdo a la naturaleza del patosistema *Quercus/Phytophthora*, algunas de las medidas de control habituales en otros ecosistemas, como el establecimiento de cua-

rentenas, no resultan viables en las dehesas en el momento actual, ya que los suelos están altamente infestados por el patógeno, que además presenta una distribución ubicua en la región (ROMERO *et al.*, 2007). Por otra parte, los elevados costes y el carácter seminatural de la dehesa (FERNÁNDEZ y PORRAS, 1998) no recomiendan el uso generalizado de productos químicos para el control de la muerte de los *Quercus* causada por *P. cinnamomi*, sino que debe integrarse racionalmente con distintas estrategias de control biológico y cultural.

La búsqueda de suelos supresivos para *P. cinnamomi* es un método de control potencialmente aplicable en las dehesas. Estos suelos, según LINDERMAN y RIBEIRO (1991), deben de cumplir una serie de características entre las que se incluyen niveles altos de calcio (frecuentemente 20-25 meq x 100 g<sup>-1</sup>) y pH de 6 a 7, que estimulan el desarrollo de microorganismos del suelo antagonistas del patógeno. En las dehesas habitualmente se llevan a cabo fertilizaciones con el fin de mejorar la producción y la composición botánica de los pastos, así como el estado vegetativo y nutritivo del arbolado (CARBONERO *et al.*, 2004). Además, los árboles con un buen contenido en calcio, son más tolerantes a la infección por *P. cinnamomi* (SERRANO *et al.*, 2010a), además de presentar un mejor desarrollo radical. También el tratamiento del aguacate (*Persea americana*) con sulfato y carbonato cálcico disminuye la susceptibilidad de la planta a *P. cinnamomi* (DUVENHAGE y KOTZÉ, 1991).

Para *Aphanomyces* se ha demostrado que cuando se aplican soluciones saturadas de CaCO<sub>3</sub> y CaSO<sub>4</sub> *in vitro*, se disminuye la producción de zoosporas (HEYMAN *et al.*, 2007). Según estudios realizados por CAMPANELLA *et al.* (2002), la aplicación a un suelo infestado por *Phytophthora nicotianae* de propionato y lactato cálcico disminuye significativamente la densidad de inóculo en el mismo. Se han obtenido resultados similares para el óxido y el carbonato cálcico, que son capaces de disminuir la capacidad

infectiva de *P. cinnamomi*, al inhibir la producción de esporangios y clamidosporas *in vitro* (SERRANO *et al.*, 2010b).

El objetivo de este trabajo ha sido la determinación del efecto que la aplicación al suelo de distintos fertilizantes cálcicos y potásicos tiene sobre la capacidad infectiva de *P. cinnamomi* en raíces de encina.

## MATERIAL Y MÉTODOS

### Efecto del Ca y el K en suelo infestado con *P. cinnamomi*

Se utilizaron dos aislados de *P. cinnamomi* de la colección fúngica del Departamento de Agronomía de la Universidad de Córdoba: PE90 y PA25, cada uno de ellos perteneciente a uno de los grupos genéticos descritos para los aislados de *P. cinnamomi* de *Quercus* en el sur de la Península Ibérica (CAETANO *et al.*, 2009).

Se evaluó el efecto que los compuestos de calcio y potasio tienen sobre los propágulos de *P. cinnamomi* en el suelo. Se seleccionaron cinco compuestos que mostraron su efectividad en cuanto a la inhibición de la producción de esporangios (SERRANO *et al.*, 2010b) y la formación de zoosporas en experimentos *in vitro*: CaO, CaCO<sub>3</sub>, CaSO<sub>4</sub>, KOH y KIO<sub>3</sub>. Se infestó suelo (turba-arena 6:1 v/v) con clamidosporas de los dos aislados de *P. cinnamomi*. Para la preparación del inóculo, cada aislado se sembró separadamente en placas de Petri conteniendo cada una 20 ml de extracto líquido de zanahoria (DHINGRA y SINCLAIR, 1995). Las placas se incubaron durante 4 semanas en oscuridad a 22 °C. Transcurrido este tiempo, el líquido se filtró en condiciones asépticas y el micelio de ambos aislados se suspendió en agua destilada estéril y se batió durante 3 min. Se realizó un conteo en cámara Neubauer y se ajustó la concentración de clamidosporas (650 clamidosporas x g<sup>-1</sup> de suelo seco). Se prepararon tres repeticiones por tratamiento (recipientes de plástico de 35 x 33 x 14 cm con tapa hermética) con 10 L de

suelo infestado cada una, más los correspondientes controles sin tratar. Se humedeció el sustrato mediante la adición de agua del grifo hasta capacidad de campo. Los recipientes se cerraron herméticamente y se incubaron a  $24 \pm 2$  °C (12 h) y  $18 \pm 2$  °C (12 h) y en oscuridad durante 1 semana. Transcurrido este tiempo, se añadieron los distintos compuestos de calcio y potasio a una concentración de 600 ppm de  $\text{Ca}^{2+}$  y 50 ppm de  $\text{K}^+$ , más un testigo con 0 ppm de ambos iones. Se midió el pH de cada bandeja mediante la suspensión de 10 g de suelo en 30 ml de agua destilada y desionizada (ADD) (KALRA y MAYNARD, 1991) utilizando un pHmetro CRISON, GLP21.

Semanalmente se tomaron muestras de suelo en las cuales se evaluó la supervivencia de las clamidosporas. Se extrajeron columnas de suelo utilizando un tubo estéril de 2,5 cm de diámetro (50 ml de volumen aproximadamente). Cada muestra de suelo se secó al aire y se tamizó (2 mm de tamaño de poro). Posteriormente las muestras se procesaron mediante la extensión de alcúotas de suspensión de suelo en el medio selectivo para *Phytophthora* NARPH (ROMERO *et al.*, 2007). Las colonias obtenidas se identificaron mediante la observación al microscopio invertido de las estructuras características de *P. cinnamomi* (hinchazones hifales) (ROMERO *et al.*, 2007; CAETANO *et al.*, 2009) y se contabilizaron. Los resultados se expresaron como ufc x  $\text{g}^{-1}$  (unidades formadoras de colonia por gramo de suelo seco). Para el análisis estadístico de los datos, los valores obtenidos se transformaron según la expresión  $(\text{ufc} \times \text{g}^{-1} + 0,5)^{1/2}$  y se les aplicó un análisis de varianza, comparando los valores medios mediante el test LSD de Fisher para  $P < 0,05$  (STEEL y TORRIE, 1985).

### Efecto del Ca y el K en la infectividad de *P. cinnamomi* en planta

Se evaluó la capacidad infectiva de *P. cinnamomi* en plantones de encina de 18 meses

de edad trasplantados al suelo tratado con los distintos compuestos de calcio y potasio. Se utilizó el suelo procedente del experimento anterior tras 2 semanas de incubación después de añadir los productos de calcio y potasio.

Para la inoculación, cada planta se sacó de su contenedor original y se transfirió a una maceta de plástico con 3 L de sustrato con los distintos tratamientos. Se prepararon 10 repeticiones (plantas) por producto ensayado, más un lote de 10 plantas en suelo infestado y sin tratamiento (Testigo 1) y otro lote creciendo en suelo no infestado y no tratado (Testigo 0). Todas las macetas se colocaron en el interior de bandejas de plástico (40 L de capacidad) y se incubaron en invernadero climatizado ( $25 \pm 2$  °C diurnos y  $10 \pm 2$  °C nocturnos). Se regaron las macetas y se pulverizó la parte aérea de las encinas para evitar en lo posible el estrés del trasplante. Una semana tras el trasplante, cada bandeja se llenó parcialmente con agua del grifo (hasta unos 4-6 cm por debajo de la superficie del sustrato) (SÁNCHEZ *et al.*, 2002; 2005), manteniendo el encharcamiento del sustrato durante 2 días por semana (SÁNCHEZ *et al.*, 2005) (Figura 1). A las 8 semanas se dio por terminado el experimento.

Al término del ensayo se evaluó la severidad de síntomas foliares y radicales mediante una escala 0-4 según el porcentaje de hojas amarillas o marchitas y el porcentaje de podredumbre radical (0 = 0-10% de tejido sintomático, 1 = 11-33%, 2 = 34-66%, 3 = más del 67%, 4 = parte aérea o radical muerta) (SÁNCHEZ *et al.*, 2002; 2005).

Los datos obtenidos se analizaron mediante un ANOVA y los valores medios se compararon entre sí y con los testigos mediante el test LSD de Fisher (STEEL y TORRIE, 1985) para  $P < 0,05$ .

Además, al término del experimento las raicillas de las plantas inoculadas y testigo se lavaron al chorro de agua y se sembraron en placas conteniendo el medio selectivo NARPH para el reaislamiento del patógeno inoculado.



Figura 1. Plantas de encina inoculadas con *P. cinnamomi* y tratadas con  $\text{CaSO}_4$  sometidas a encharcamiento periódico del sustrato

**RESULTADOS**

**Efecto del Ca y el K en suelo infestado con *P. cinnamomi***

Los valores de pH de cada uno de los suelos tratados fueron similares al testigo (pH = 5,5-6).

En la Figura 2 aparece la progresión temporal de la densidad de inóculo a lo largo del ensayo expresada como unidades formadoras de colonia por gramo de suelo seco ( $\text{ufc} \times \text{g}^{-1}$ ). En el primer muestreo ya se observan diferencias significativas entre los diferentes tratamientos. En el sustrato tratado con CaO el número de  $\text{ufc} \times \text{g}^{-1}$  es significa-

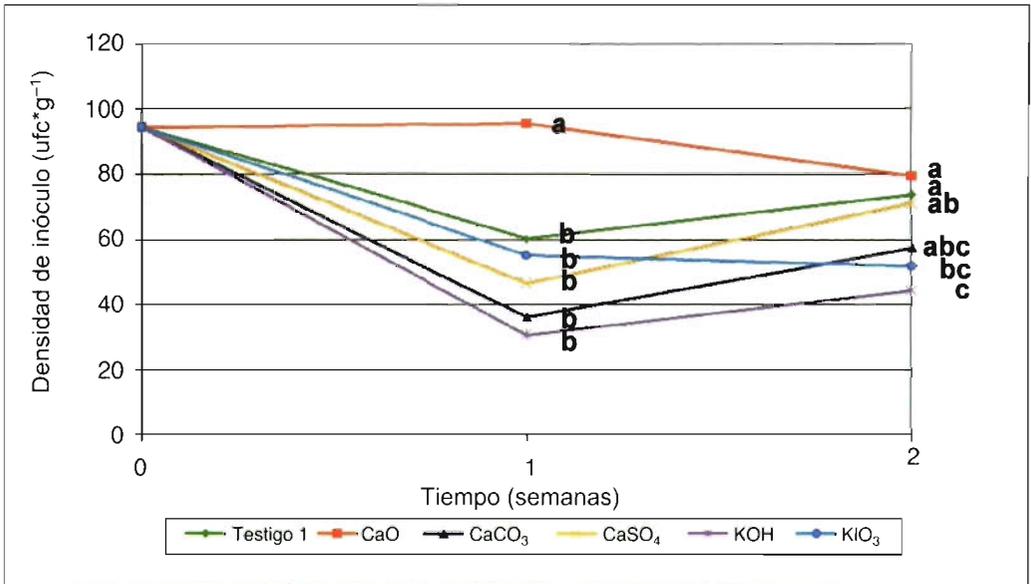


Figura 2. Progresión temporal de los valores medios de densidad de inóculo en suelo en presencia de los compuestos de calcio y potasio ensayados. Letras distintas indican diferencias significativas según el test LSD de Fisher para  $P < 0,05$

tivamente más elevado que en el resto de los tratamientos, incluido el testigo, y además se mantiene prácticamente constante durante todo el ensayo. En el segundo muestreo únicamente los compuestos de potasio,  $KIO_3$  y  $KOH$ , dieron lugar a una densidad de inóculo significativamente menor que el testigo. Los tratamientos con calcio no difirieron del testigo.

### Efecto del Ca y el K en la infectividad de *P. cinnamomi* en planta

Ocho semanas tras el primer periodo de encharcamiento, todas las plantas testigo inoculadas (Testigo 1) mostraron síntomas de enfermedad: en la parte aérea de la planta se produjo falta de crecimiento, amarillez, desecación y marchitez foliar y en la parte radical podredumbre y/o ausencia de raí-

llas absorbentes (Figura 3). Esta sintomatología no se observó en las plantas que crecían en sustrato libre de *P. cinnamomi* (Testigo 0).

Los valores medios de severidad de síntomas aéreos al final del ensayo aparecen representados en la Figura 4. Todas las plantas inoculadas presentan una severidad de síntomas aéreos significativamente mayores que el testigo sin inocular, pero las plantas incubadas en suelo tratado con  $KOH$ ,  $CaCO_3$ ,  $CaSO_4$  y  $CaO$  presentan síntomas aéreos significativamente menores que el testigo inoculado. Sin embargo, las encinas que crecieron en suelo tratado con  $KIO_3$  presentaron severidades de síntomas aéreos similares a los del testigo inoculado, si bien las hojas afectadas presentaron una clorosis generalizada (Figura 5) distinta a la marchitez mostrada por las plantas testigo infectadas y no tratadas.



Figura 3. Severidad de síntomas radicales en plantas de encina inoculadas con *P. cinnamomi* y tratadas con  $CaO$

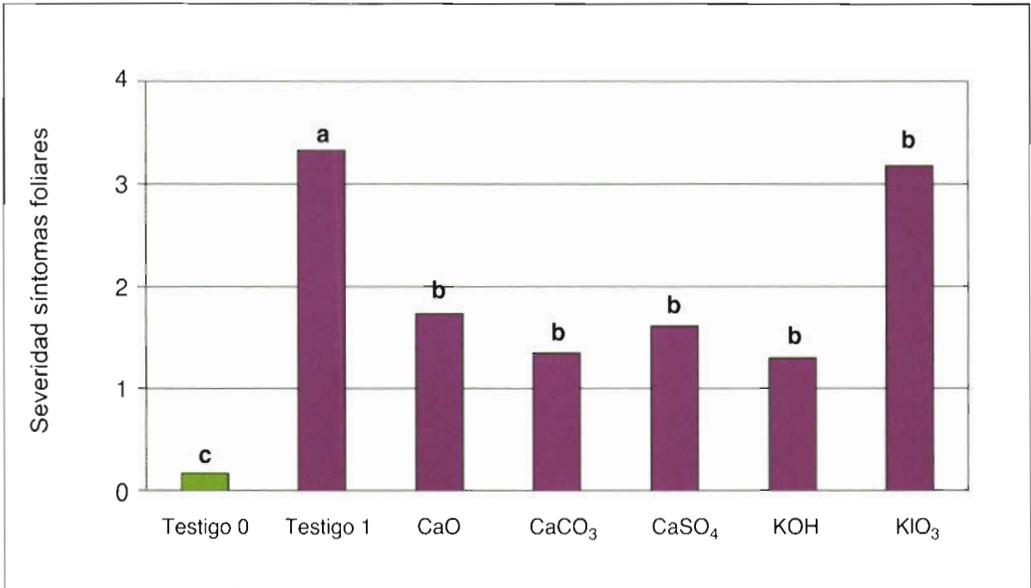


Figura 4. Valores medios de la severidad de síntomas foliares en las encinas inoculadas con *P. cinnamomi* en función del compuesto de calcio o potasio aplicado, según la escala 0-4 (0= 0% tejido sintomático, 1= 10-33%, 2= 34-66%, 3= más del 67%, 4= planta muerta). Letras distintas indican diferencias significativas según el test LSD de Fisher para  $P < 0,05$



Figura 5. Planta de encina creciendo en suelo tratado con KIO<sub>3</sub> e infestado con *P. cinnamomi*, mostrando clorosis generalizada

En la Figura 6 aparecen los valores medios de severidad de síntomas radicales para los distintos tratamientos ensayados. De nuevo, la severidad de síntomas es significativamente mayor para las plantas inoculadas en comparación con los testigos creciendo en sustrato libre de *P. cinnamomi*. En cuanto a las plantas inoculadas, las tratadas con KOH, CaCO<sub>3</sub>, CaSO<sub>4</sub> y CaO presentan una severidad de síntomas radicales significativamente menor que el testigo inoculado sin tratar. El KIO<sub>3</sub> dio lugar a una severidad de síntomas (muerte radical) intermedia-alta, no mostrando diferencias significativas con respecto a los testigos inoculados.

*Phytophthora cinnamomi* se reisoló de todas las muestras de raicillas absorbentes procedentes de las plantas que crecieron en sustrato infestado (tratado con los distintos compuestos ensayados o testigo no tratado). La frecuencia de reisolamiento, expresada como porcentaje de segmentos de raíz que dieron lugar a una colonia de *P. cinnamomi* en NARPH varió del 5 al 42%. En ningún

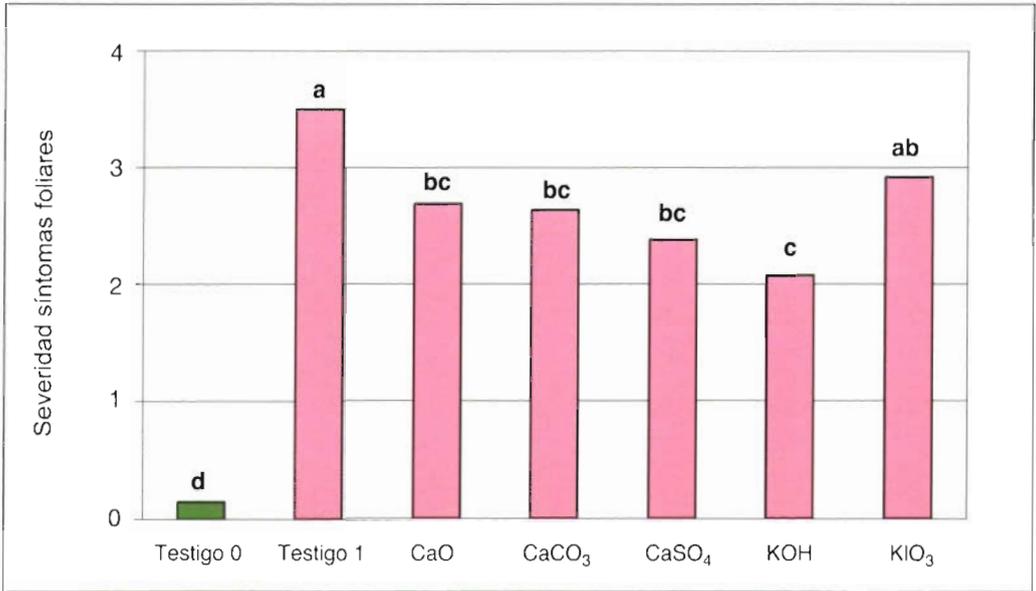


Figura 6. Valores medios de la severidad de síntomas radicales en las encinas inoculadas con *P. cinnamomi* en función del compuesto de calcio o potasio aplicado, según la escala 0-4 (0= 0% tejido sintomático, 1= 10-33%, 2= 34-66%, 3= más del 67%, 4= planta muerta). Letras distintas indican diferencias significativas según el test LSD de Fisher para  $P < 0.05$

caso se reisoló el patógeno a partir de las raicillas de las plantas testigo sin inocular.

## DISCUSIÓN

En trabajos previos se determinó que el CaO y el CaCO<sub>3</sub> dan lugar a una inhibición *in vitro* de la producción de esporangios y clamidosporas de *P. cinnamomi* del 100% (SERRANO *et al.*, 2010b). Sin embargo, la aplicación de estos productos al suelo previamente infestado con clamidosporas del patógeno, no logra inhibir su germinación, detectada como producción de colonias en placas de Petri. Resultados similares obtienen CAMPANELLA *et al.* (2002) para *P. nicotianae* al aplicar óxido, carbonato, propionato, sulfato o cloruro cálcico al suelo.

Se ha demostrado que la aplicación de productos de calcio al suelo aumenta los niveles disponibles de este ión, permitiendo una mejor nutrición cálcica de la planta y

una mayor tolerancia a la infección por *Phytophthora* spp. (SUGIMOTO *et al.*, 2007, SERRANO *et al.*, 2010a). Además, el mayor nivel de calcio en el suelo dificulta el desarrollo de este tipo de patógenos, convirtiendo el sustrato en un suelo supresivo para *Phytophthora* (LINDERMAN y RIBEIRO, 1991).

En el medio natural, *P. cinnamomi* se encuentra como esporas de resistencia en el suelo (clamidosporas) que cuando germinan producen esporangios que a su vez germinarán liberando las zoosporas infectivas (ERWIN y RIBEIRO, 1996). Aunque en nuestros experimentos la aplicación de CaO y CaCO<sub>3</sub> al suelo no impidió la germinación de las clamidosporas preexistentes, sí ha inhibido la producción de esporangios y/o su germinación, disminuyendo la infectividad del patógeno y dando lugar a una menor severidad de síntomas de la enfermedad. Igua- les resultados se han obtenido con el CaSO<sub>4</sub>, a pesar de su menor capacidad de inhibición

*in vitro* de la producción de esporangios (SERRANO *et al.*, 2010b). También la aplicación de KOH al suelo ha resultado efectiva, disminuyendo la capacidad infectiva de *P. cinnamomi* en raíz de encina, pero es un compuesto difícil de aplicar en la dehesa. Por otro lado, el KIO<sub>3</sub> aunque es un compuesto eficaz *in vitro* (SERRANO *et al.*, 2010b), resultó tóxico para las plantas a la dosis ensayada, induciendo una clorosis generalizada que dio lugar a un deterioro similar al de las plantas infectadas que crecieron en suelo no tratado.

En conclusión, la aplicación de compuestos de calcio al suelo, concretamente CaCO<sub>3</sub>, CaO y CaSO<sub>4</sub>, se debe considerar como una medida paliativa de los efectos que supone la podredumbre radical causada por *P. cinna-*

*moni* en dehesas de encina. La aplicación de enmiendas calizas en dehesas supone no sólo una mejora de la nutrición de las plantas, aumentando su nivel de tolerancia a la infección (SERRANO *et al.*, 2010a), sino que actúa directamente sobre la producción de esporangios del patógeno en el suelo, disminuyendo la tasa de infecciones y, por lo tanto, la sintomatología de la enfermedad radical causada por *P. cinnamomi*.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación (proyecto AGL2009-00530) y la Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía.

## ABSTRACT

SERRANO, M. S., P. DE VITA, P. FERNÁNDEZ-REBOLLO, M. E. SÁNCHEZ. 2011. Control of the root rot of holm oaks by inorganic amendments III: effect of soil application of calcium and potassium amendments. *Bol. San. Veg. Plagas*, **37**: 119-127.

We studied the effect of various calcium (CaO, CaCO<sub>3</sub> and CaSO<sub>4</sub>) and potassium products (KIO<sub>3</sub> and KOH) on the inoculum density in the soil and infectivity of *Phytophthora cinnamomi*, the main biological agent causing root rot on *Quercus* species in oak-rangelands ecosystems in southern Spain. Products were chosen by their known effectiveness on inhibition of *P. cinnamomi* sporangial and chlamydospore production. The chemicals were added separately to soil infested with *P. cinnamomi* at the usual doses used in rangelands. Two weeks after chemicals addition, only potassium products produced a significant decrease on inoculum densities. At that time, soils were transferred to pots and holm oak seedlings were planted. Plants growing in infested and untreated soil showed high levels of foliar and root symptoms, whereas plants growing in soil treated with fertilizers (exception made with KIO<sub>3</sub>) showed a significant reduction of symptom severities. These results suggest that, together with other control strategies, the regular application of Ca and K fertilization in oak rangelands should be considered for reduction of the incidence of this severe disease.

**Keywords:** Oak decline, *Q. ilex* subsp. *ballota*, rangeland, *Phytophthora cinnamomi*.

## REFERENCIAS

- BRASIER, C. M. 1996. *Phytophthora cinnamomi* and oak decline in southern Europe. Environmental constraints including climate change. *Ann. Sci. For.*, **53**: 347-358.
- BRASIER, C. M., ROBREDO, F., FERRAZ, J. F. P. 1993. Evidence for *Phytophthora cinnamomi* involvement in Iberian oak decline. *Plant Pathol.*, **42**: 140-145.
- CAETANO, P., ÁVILA, A., SÁNCHEZ, M. E., TRAPERO, A., COELHO, A. C. 2009. *Phytophthora cinnamomi* populations on *Quercus* forests from Spain and Portugal. En: *Phytophthoras in Forests and Natural Ecosystems*. USDA-Forest Service. General Technical Report PSW-GTR-221: 261-269.
- CAMPANELLA, V., IPPOLITO, A., NIGRO, F. 2002. Activity of calcium salts in controlling *Phytophthora* root rot of citrus. *Crop Prot.*, **21**: 751-756.
- CARBONERO, M. D., BLÁZQUEZ, A., FERNÁNDEZ, P. 2004. Producción de fruto y grado de defoliación como indicadores de vigor en *Quercus ilex* y *Quercus suber*. Influencia de diferentes condiciones edá-

- ficas en su evolución, pp. 715-720. En: GARCÍA CRIADO, B., GARCÍA CIUDAD, A., VÁZQUEZ DE ALDANA, B., ZABALGOGEAZCOA, I. (Eds). Pastos y ganadería extensiva, CSIC, Salamanca.
- DHINGRA, O. D., SINCLAR, J. B. 1995. *Basic plant pathology methods*. Boca Raton, FL, USA, CRC Press.
- DUVENHAGE, J. A., KOTZÉ, J. M. 1991. The influence of calcium on saprophytic growth and pathogenicity of *Phytophthora cinnamomi* and on resistance of avocado to root rot. *South African Avocado Growers' Association Yearbook*, **14**: 13-14.
- ERWIN, D. C., RIBEIRO, O. K. 1996. *Phytophthora diseases worldwide*. APS Press, St. Paul, MN.
- FERNÁNDEZ, P., PORRAS, C. 1998. La dehesa. Algunos aspectos para la regeneración del arbolado. Informaciones técnicas 58/98. Dirección General de Investigación y Formación Agraria. Servicio de Publicaciones y Divulgación. Sevilla.
- HEYMAN, F., LINDAHL, B., PERSSON, L., WIKSTRÖM, M., STENLID, J. 2007. Calcium concentrations of soil affect suppressiveness against *Aphanomyces* root rot of pea. *Soil Biol. Biochem.*, **39**: 2.222- 2.229.
- KALRA, Y. P., MAYNARD, D. G. 1991. *Methods manual for forest soil and plant analysis*. Forestry Canada, Northwest Region, Northern Forestry Centre, Edmonton, CA. pp. 116.
- LINDERMAN, R. G., RIBEIRO, O. K. 1991. Chemical and Biological control of *Phytophthora* species in woody plants. Ed. Cambridge Univ. Press, Cambridge.
- ROMERO, M. A., SÁNCHEZ, J. E., JIMÉNEZ, J. J., BELBAHRI, L., TRAPERO, A., LEFORT, F., SÁNCHEZ, M. E. 2007. New *Pythium* taxa causing root rot on Mediterranean *Quercus* species in southwest Spain and Portugal. *J. Phytopathol.*, **155**: 289-295.
- SÁNCHEZ, M. E., CAETANO, P., FERRAZ, J., TRAPERO, A. 2002. *Phytophthora* disease of *Quercus ilex* in southwestern Spain. *For. Path.*, **32**: 5-18.
- 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., ANDICOBERRY, S., TRAPERO, A. 2005. Pathogenicity of three *Phytophthora* spp. causing late seedling rot of *Quercus ilex* ssp. *ballota*. *For. Path.*, **35**: 115-125.
- 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*. Brasier C, Jung T, Oßwald W (Eds). Farnham, UK: 149-154.
- SERRANO, M. S., DE VITA, P., CALLIER, P., SANCHEZ, M. E., TRAPERO, A., FERNÁNDEZ-REBOLLO, P. 2010a. Influencia de la nutrición cálcica y potásica en la susceptibilidad de la encina a *Phytophthora cinnamomi*. XV Congreso Nacional de la SEF. Vitoria.
- SERRANO, M. S., DE VITA, P., FERNÁNDEZ-REBOLLO, P., TRAPERO, A., SÁNCHEZ, M. E. 2010b. Efecto *in vitro* del calcio y potasio en la producción de esporangios de *Phytophthora cinnamomi*. XV Congreso Nacional de la SEF. Vitoria.
- STEEL, R. G. D., TORRIE, J. H. 1985. *Bioestadística: Principios y procedimientos*. McGraw-Hill, Bogotá.
- SUGIMOTO, T., WATANABE, K., YOSHIDA, S., AINO, M., MATSUYAMA, M., MAEKAWA, K., IRIE, K. 2007. The effects of inorganic elements on the reduction of *Phytophthora* stem rot disease of soybean, the growth rate and zoospore release of *Phytophthora sojae*. *J. Phytopathol.*, **155**: 97-107.

(Recepción: 15 octubre 2010)

(Aceptación: 28 febrero 2011)



## COMUNICACIÓN

### Presencia de la mala hierba *Amaranthus palmeri* en el NE de la Península Ibérica. Una amenaza como potencial invasora de cultivos extensivos de regadío

J. RECASENS, J. A. CONESA

*Amaranthus palmeri* S. Watson es una mala hierba dioica originaria de América del Norte y ha sido observada en los últimos años en algunas localidades de la provincia de Lleida (Cataluña). Tres años después de su primera detección en ambientes ruderales se ha observado, en el verano de 2010, una extensa población en los alrededores de campos de cultivo en Menàrguens (Lleida) verificando la persistencia de la población y su clara naturalización en la zona. Su amenaza como planta invasora de campos de cultivo puede verse agravada por la potencial capacidad de esta especie en desarrollarse, con rapidez, resistencias a diferentes familias químicas de herbicidas.

J. RECASENS, J.A. CONESA. Departament d'Hortofruticultura Botànica i Jardineria, ETSEA, Universitat de Lleida. Av. Rovira Roure 199. E-25198. [jrecasens@fibi.udl.cat](mailto:jrecasens@fibi.udl.cat)

**Palabras clave:** xenófito, infestación, maíz.

*Amaranthus palmeri* S. Watson es una especie anual de la familia *Amaranthaceae* y nativa del extremo sur-occidental de América del Norte, desde el sur de California hasta Texas y norte de México. Tras su expansión hacia la parte oriental de dicho continente su distribución actual contempla más de dos terceras partes de los Estados Unidos alcanzando incluso la provincia de Ontario (Canadá). Se la considera una planta invasora con aptitud a una rápida colonización, desarrollándose de forma preferente en hábitats perturbados, tales como ambientes ruderales y espacios agrícolas y provocando graves infestaciones en campos de soja y algodón (USDA, 2010).

Esta especie muestra una característica biológica singular como es el hecho de tratarse de una planta dioica (perteneciente al subgénero *Acnida*), a diferencia del resto de

especies del género *Amaranthus* presentes en nuestra flora que son monoicas (subgénero *Amaranthus*). La planta es prácticamente glabra, con unos tallos erectos, ascendentes y muy ramificados alcanzando entre 0,5 y 1,5 m de altura. Las hojas presentan un largo pecíolo y un limbo de 1,5-7 x 1-3,5 cm obovado o rómbico-obovado próximo casi a elíptico, a veces distalmente lanceolado; el ápice del limbo es subobtusado o agudo, en general con un mucrón en su extremo. La inflorescencia es terminal en forma de espigas lineares o panículas, adoptando una forma arqueada o incluso erecta en estado juvenil y con pocas ramificaciones laterales. Las brácteas de las flores femeninas son más largas (4-6 mm) que los tépalos y con un ápice acuminado o mucronado; las de las flores masculinas son de igual longitud o ligeramente más largas

(4 mm) que los tépalos y con el ápice largamente acuminado. Las flores femeninas muestran unos tépalos de 1,7-3,8 mm con ápice acuminado; los estilos son ramificados y abiertos. Las flores masculinas muestran cinco tépalos desiguales (2-4 mm) con el ápice agudo -los tépalos interiores presentan una espina terminal rígida- y cinco estambres. El fruto es ovoide o subgloboso, de 1,5-2 mm, más corto que los tépalos. Las semillas son de color marrón o marrón rojizo, de 1-1,2 mm y brillantes (MOSYAKIN & ROBERTSON, 2003). La fecundidad de una planta es elevada y puede producir hasta 250.000 semillas (SELLERS *et al*, 2003). La plántula es de color verde claro, con tonos rojizos, especialmente en el hipocótilo; los cotiledones son estrechos y las primeras hojas son ovales mostrando una emarginación en el ápice sobre la que se presenta un mucrón característico.

Su presencia en España ha sido dada a conocer con anterioridad por varios autores. CARRETERO (1986) identifica como *A. palmeri* unos ejemplares de herbario recolectados por Sennen en Manlleu (Barcelona) el año 1925 así como un ejemplar observado en la zona portuaria de Sevilla el año 1979. Ante su efímera presencia, este autor duda de la posibilidad de naturalización de la especie, razón por la que no la incluye en las claves de *Amaranthus* de Flora Iberica (CARRETERO, 1990) y afirma que las especies de este género espontáneas y naturalizadas en España pertenecen todas al subgénero *Amaranthus* integrado por plantas monoicas. En el verano del año 2007, detectamos en las proximidades de la ciudad de Lleida y de la localidad de Ivars d'Urgell la presencia de unos ejemplares de *Amaranthus* que no coinciden con ninguna de las especies conocidas. La visita del botánico Ph. Verloove a nuestra universidad en esas mismas fechas nos facilita su identificación y a su vez en la localización de nuevos registros de esta especie en seis puntos distintos de la ciudad de Lleida y de otras localidades próximas como Alcoletge, Vilanova de la Barca y Menàrguens (VERLOOVE & SÁN-

CHEZ GULLÓN, 2008). Excepto en esta última localidad, donde era relativamente abundante, en todos los casos se trataba de la presencia de unos pocos ejemplares (uno o dos en su mayoría) y siempre en márgenes de caminos o carreteras. Los otros registros de esta especie en España corresponden al puerto de Sevilla (PASTOR, 1987) y en Palos de la Frontera (Huelva) (SÁNCHEZ GULLÓN & VERLOOVE, 2009). Resulta coincidente destacar que la presencia de esta especie en Lleida, Sevilla y Huelva es próxima a áreas de actividad industrial donde tiene lugar la manipulación de lotes comerciales de semillas y/o procesado de piensos.

En agosto de 2010, visitamos de nuevo los ejemplares de Menàrguens y si bien no observamos ninguno en el margen de la carretera donde fue observada en un inicio -debido a las siegas de mantenimiento- se comprobó que la población se había naturalizado en un campo de cultivo próximo que se encontraba en barbecho y, a su vez, expandido de forma importante por los márgenes de un campo de maíz. Esta población la constituían cientos de ejemplares de gran tamaño, tanto masculinos como femeninos, todos ellos en floración, demostrando la viabilidad y supervivencia de las semillas y confirmando la naturalización de la especie en la zona.

Desconocemos si en estos años la especie ha llegado a crecer en competencia con algún cultivo frecuente en la zona -p.e. maíz. No obstante, su alta capacidad de infestación es ya conocida en campos de soja y algodón de Estados Unidos. A esta posibilidad de devenir una hierba infestante de cultivos hay que añadir la potencial capacidad de la especie en desarrollar resistencias a distintos grupos de herbicidas (HEAP, 2010) posiblemente debido a que, las especies dioicas como *A. palmeri*, deben forzar el intercambio de genes (KRÄHMER, 2010). Precisamente ésta y otras especies dioicas han sido las primeras en desarrollar resistencia a glifosato en Estados Unidos, proceso que dificulta en gran medida su control en cultivos transgénicos resistentes a herbicidas como algodón y soja.

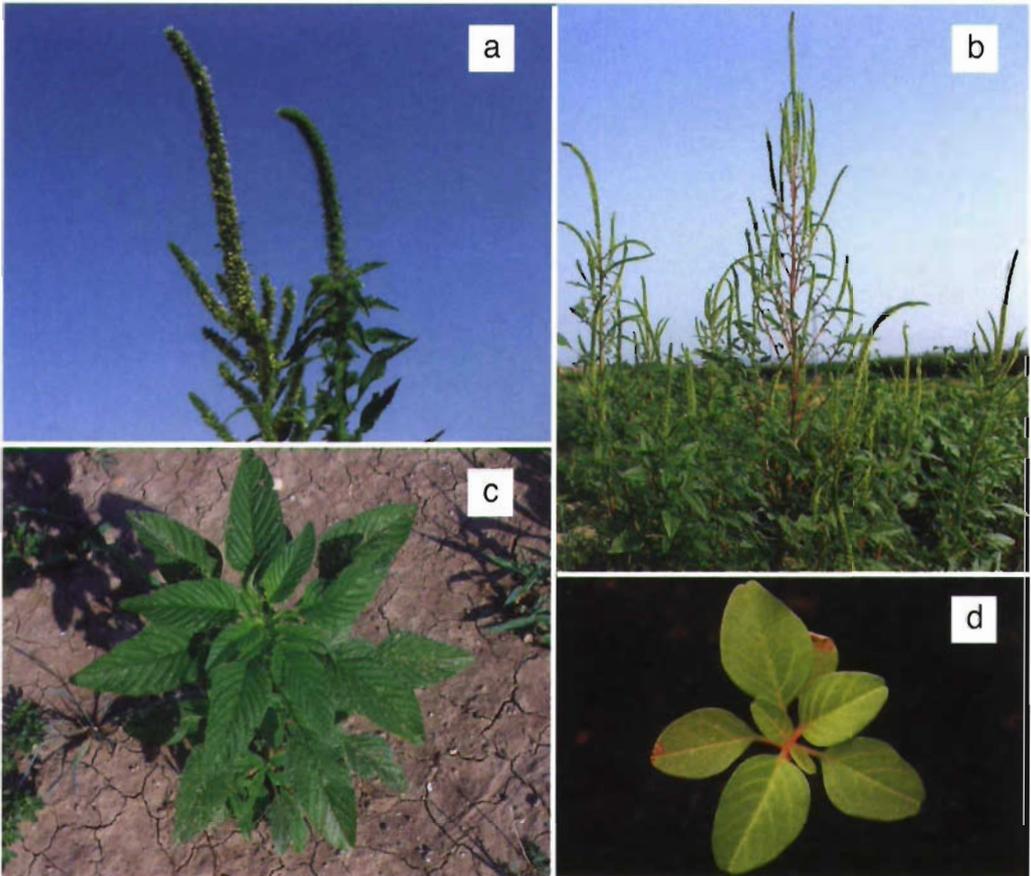


Figura 1. *Amaranthus palmeri*: a: inflorescencias masculina (izquierda) y femenina (derecha); b: planta adulta mostrando las largas inflorescencias; c: planta en estado juvenil; d: plántula

Es necesario seguir la posible expansión de esta especie por el territorio, en concreto en campos de maíz, y plantear,

en su caso, la viabilidad de establecer un programa de erradicación o de contención.

#### ABSTRACT

RECASENS, J., J.A. CONESA. 2011. Presence of *Amaranthus palmeri* as a weed in NE of Spain. A threat as a potential invader of irrigated crops. *Bol. San. Veg. Plagas*, 37: 129-132.

*Amaranthus palmeri* S. Watson is a dioecious plant native of North America that the last years was observed in several localities in Lleida (Spain). In summer 2010, three years later of the first record where it was growing in roadverges, an abundant population of male and female plants has been observed inside a fallow field and surrounding maize fields in Menàrguens (Lleida) showing a clear naturalization of the species in this place. Its threat as an invasive weed could be worse due to the potential ability to become resistant against different chemical families of herbicides.

**Key words:** Xenophyte, noxious weed, maize.

## REFERENCIAS

- CARRETERO, J. L. 1986. *Amaranthus palmeri* S. Watson en la Península Ibérica. *Anales del Jardín Botánico de Madrid*, **43** (1): 193.
- CARRETERO, J. L. 1990. *Amaranthus*. En: Castroviejo S., *et al.* (eds) *Flora Iberica* vol II: Platanaceae-Plumbaginaceae (partim). Ed. Real Jardín Botánico, CSIC. Madrid: 559-569.
- HEAP, I. 2010. The International Survey of Herbicide Resistant Weeds. Disponible en: <http://www.weedscience.org/In.asp> (acceso 12 agosto 2010).
- KRÄHMER, H. 2010. Histology of *Amaranthus* species. EWRS Newsletter April 110: 11-13. Disponible en: [http://www.ewrs.org/doc/EWRS\\_Newsletter\\_No\\_110.pdf](http://www.ewrs.org/doc/EWRS_Newsletter_No_110.pdf) (acceso 12 agosto 2010).
- MOSYAKIN, S. L., ROBERTSON, K. R. 2003. *Amaranthus*. En: Flora of North America Editorial Committee, eds. 1993+. *Flora of North America North of Mexico*. 15+ vols. New York and Oxford, **4**: 418.
- PASTOR, J. 1987. *Amaranthus*. En: B. Valdés, S. Talavera & E. F. Galiano (eds.) *Flora vascular de Andalucía Occidental* I. Ed. Ketres, Barcelona.
- SANCHEZ-GULLÓN, E., VERLOOVE, F. 2009. New records of interesting xenophytes in Spain. II. *Lagascalia*, **29**: 281-291.
- SELLERS, B. A. R., SMEDA R. J., JOHNSON W. G., KENDIG, J. A., ELLERSIECK, M. R. (2003) Comparative growth of six *Amaranthus* species in Missouri. *Weed Science*, **51**: 329-333.
- USDA. 2010. *Amaranthus palmeri* S. Watson. En: United States Department of Agriculture (USDA). Natural Resources Conservation Service. Plants Profile. Disponible en: <http://plants.usda.gov> (acceso 12 agosto 2010).
- VERLOOVE, F., SÁNCHEZ-GULLÓN, E. 2008. New Records of interesting xenophytes in the Iberian Peninsula. *Acta Botanica Malacitana*, **33**: 147-167.

Recepción: 16 agosto 2010  
Aceptación: 17 noviembre 2010

# RECENSIÓN DE PUBLICACIONES

## **LOS PARASITOS DE LA VID ESTRATEGIAS DE PROTECCIÓN RAZONADA**

GRUPO DE TRABAJO DE LA VID

Enc. 5ª ed. 2005

ISBN: 978-84-8476-218-8

Este libro recoge prácticamente toda la información disponible sobre los parásitos de la vid y las estrategias de protección contra ellos.

Su contenido incluye desde la descripción de los diversos factores que influyen en la protección contra los parásitos de la vid, una clave práctica para descubrir la naturaleza del agente mediante la descripción de los síntomas que presenta la planta, hasta los productos fitosanitarios aplicables: plaguicidas, fitorreguladores, así como residuos de plaguicidas en uvas y vino; pasando en la parte central y fundamental de la obra por la descripción y el estudio de los grandes grupos de los principales parásitos que afectan a la vid: insectos, ácaros, nematodos, vertebrados, moluscos, bacterias, fitoplasmas y virus.

## **EL CULTIVO DEL OLIVO**

Editores científicos: Barranco, D.; Fernández-Escobar, R. y Rallo, L.

Enc. 6ª ed. 2008

ISBN: 978-84-8476-329-1

Sexta edición revisada y ampliada, de una obra que se ha llegado a citar como la "biblia de la olivicultura" moderna. Completo manual técnico de alto nivel pero al alcance de todos: agricultores, industriales, técnicos, estudiantes y cuantos se interesen en cualquier aspecto de este milenario cultivo: botánica, variedades, plantación, cultivo, recolección, plagas y enfermedades, elaboración de aceite, calidad, aceitunas de mesa, economía, etc.

Como en ediciones anteriores, la mayoría de los autores han actualizado sus capítulos y, en algunos casos, ampliado textos. Se ha tratado de este modo de incorporar las novedades que en los ámbitos de conocimiento de los correspondientes capítulos de han producido desde la cuarta edición. Se trata, una vez más, de mantener permanentemente la vigencia de la obra y su utilidad para los lectores.

Más de 40 autores, entre los más importantes especialistas de cada tema, coordinados por profesores del Departamento de Agronomía de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos y Montes de la Universidad de Córdoba.

## SUMARIO DEL VOL. 37 (1)

### ENTOMOLOGÍA

- A. BELTRÀ, A. SOTO. Primera cita del parasitoides *Thripobius semiluteus* Bouček (Hymenoptera: Eulophidae) en España ..... 3
- A. JIMÉNEZ, C. A. ANTONIETTA, A. GALLARDO, F. J. SORIA, M. VILLAGRÁN, M. E. OCETE. Efectividad de varias cepas comerciales de nematodos entomopatógenos sobre larvas de *Curculio elephas* Gyllenhal (Coleoptera: Curculionidae) ..... 9
- F. G. DE JESÚS, M. L. DOS SANTOS, A. F. C. M. ALMEIDA, M. V. SANTANA, L. NOGUEIRA, M. S. ARAÚJO. Uso de óleos vegetais no controle de *Zabrotes subfasciatus* (Bohemann, 1833) (Coleoptera: Bruchidae) ..... 19
- E. L. L. BALDIN, E. C. SCHLICK-SOUSA, R. T. FUJIHARA, A. L. LOURENÇO, G. GONZÁLEZ F. COMUNICACIÓN. Ocorrência de *Delphastus davidsoni* (Coleoptera: Coccinellidae) predando *Bemisia tabaci* biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae) em cultivo protegido no Brasil ..... 27
- N. PÉREZ HIDALGO, S. PERERA GONZÁLEZ, A. CARNERO HERNÁNDEZ. Descubierto el pulgón de la cebolla, *Neotoxoptera formosana* (Takahashi) [Hemiptera: Aphididae], en cultivos de cebolla de las Islas Canarias (España) .. 31
- R. PÉREZ-OTERO, P. BORRAJO, J. P. MANSILLA, F. RUIZ. COMUNICACIÓN. Primera cita en España de *Psyllaephagus bliteus* Riek (Hymenoptera, Encyrtidae), parasitoides de *Glycaspis brimblecombei* Moore (Homoptera, Psyllidae) ..... 37
- C. K. L. SOUZA, A. B. SILVA, E. B. BESERRA, J. P. DANTAS. Controle de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) e *Helicoverpa zea* (Boddie, 1850) em plantas de milho tratadas com extratos vegetais em dois intervalos de pulverização ..... 45
- A. HUERTA, I. CHIFFELLE, K. PUGA, F. AZÚA, R. JIMÉNEZ, J. E. ARAYA. Life cycle of *Xanthogaleruca luteola* (Coleoptera: Chrysomelidae) in Santiago, Chile, and sex phenotype differentiation of adults ..... 57
- E. SOUSA, P. NAVES. COMUNICACIÓN. The western conifer seed bug *Leptoglossus occidentalis* Heidemann, 1910 (Heteroptera: Coreidae) in Portugal ..... 65
- P. GALLARDO, L. MOYANO, A. M. CÁRDENAS. Incidencia de insectos perforadores de bellotas en el área de mejora ambiental asociada a la construcción del embalse La Breña II (Sierra Morena Central, Córdoba) ..... 69
- R. HERNÁNDEZ, A. ORTIZ, V. PÉREZ, J. M. GIL, G. SÁNCHEZ. *Monochamus galloprovincialis* (Olivier, 1795) (Coleoptera: Cerambycidae), comportamiento y distancias de vuelo ..... 79

### PATOLOGÍA

- M. S. SERRANO, P. DE VITA, M. E. SÁNCHEZ, P. FERNÁNDEZ-REBOLLO. Control de la podredumbre radical de encinas mediante fertilizantes inorgánicos I: influencia de la nutrición cálcica y potásica en la tolerancia a la infección por *Phytophthora cinnamomi* ..... 97
- M. S. SERRANO, P. DE VITA, P. FERNÁNDEZ-REBOLLO, M. E. SÁNCHEZ. Control de la podredumbre radical de encinas mediante fertilizantes inorgánicos II: efecto *in vitro* del Ca y el K en la capacidad infectiva de *Phytophthora cinnamomi* ..... 109
- M. S. SERRANO, P. DE VITA, P. FERNÁNDEZ-REBOLLO, M. E. SÁNCHEZ. Control de la podredumbre radical de encinas mediante fertilizantes inorgánicos III: efecto de la aplicación al suelo de fertilizantes cálcicos y potásicos . 119

### MALHERBOLOGÍA

- J. RECASENS, J. A. CONESA. COMUNICACIÓN. Presencia de la mala hierba *Amaranthus palmeri* en el NE de la Península Ibérica. Una amenaza como potencial invasor de cultivos extensivos de regadío ..... 129



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE MEDIO AMBIENTE  
Y MEDIO RURAL Y MARINO