

PLAGAS



BOLETIN 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.

SUSCRIPCIONES

Las suscripciones al Boletín de Sanidad Vegetal Plagas, de publicación trimestral, así como la venta de números ya aparecidos, deberán solicitarse a:

Centro de Publicaciones
Paseo Infanta Isabel, 1
28014 Madrid (España)
Fax: 91 347 57 22
e-mail: mcruzpf@mapya.es
El precio de suscripción anual:
España 43,00 euros
Extranjero 59,50 euros
Número suelto 14,60 euros

El pago se efectuará mediante cheque bancario nominativo a: «M.A.P.A. - Publicaciones» o por giro postal a la dirección arriba indicada.

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.

NUESTRA PORTADA



Síntomas causados por *Colletotrichum* spp. y *Glomerella cingulata* en distintos huéspedes.

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 bibliográficas. 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 dactilogrifiarse 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 manuscritos deberán enviarse en soporte magnético acompañados de dos copias en papel. 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: 1000 palabras, que pueden incluir figuras y cuadros.

Nota: 500 palabras que, excepcionalmente podrá incluir alguna figura. Para mayor rapidez las notas pueden enviarse por correo electrónico: aburgosr@mapya.es.

Figuras y cuadros: 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.

Se recomienda la aportación de fotografías en color, que deben ser recortadas y encuadradas en el caso de diapositivas, reduciendo el campo a las imágenes esenciales.

Los pies de las figuras deben presentarse en hoja aparte, numeradas, entendiéndose como tales gráficos, figuras y fotografías. Los cuadros deberán numerarse y con su número se referirán en el texto, para independizarlos del mismo. Tanto las figuras como los cuadros 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:

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

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

Subdirección General de Agricultura Integrada y Sanidad Vegetal

Redactora Jefe de la Revista Boletín de Sanidad Vegetal - Plagas

Alfonso XII, 62
28014 MADRID (España)

VOLUMEN 33
n m. 2
2007
2..Trimestre

DIRECTOR
Francisco Mombiela

DIRECTOR ADJUNTO
Guillermo Artolachipi

REDACTORA JEFE
Adela Burgos

CONSEJO DE REDACCIÓN
Antonio Bello
Juan I. Calvo
José M.^a Cobos
Pedro del Estal
José García-Jiménez
Concepción Jordá
Alfredo Lacasa
Cristina Noval
Cándido Santiago
Julio C. Tello
Juan J. Tuset
Fernando Varés
Carlos Zaragoza

EDITOR
Centro de Publicaciones
Agrarias, Pesqueras y
Alimentarias

ISSN: 0213-6910
NIPO: 251-07-014-1
Depósito Legal: M-2975-1976
Imprime: I.G. Saljen, S.L.

SUMARIO

ENTOMOLOGÍA

- O. R. DI IORIO. New host plant records in Argentina for two species in the genus *Phoracantha* Newman, 1840 (Coleoptera: Cerambycidae) 137
- E. VALÉRIO, A. CECÍLIO, A. MEXIA. Interactions between aphid species and beneficial organisms in sweet pepper protected crop 143
- E. VALÉRIO, A. CECÍLIO, A. MEXIA. Population dynamics of aphids (Homoptera: Aphididae) and beneficial organisms on protected strawberry crop 153
- L. VALVERDE. Abundancia y distribución de los huevos de las principales especies de lepidópteros noctuidos plagas en el cultivo de soja en Tucumán, Argentina 163
- A. HUERTA, F. ROBREDO, J. DIEZ, J. A. PAJARES. Cría en laboratorio de *Tetrastichus turionum* Htg. (Hym.: Eulophidae), un parasitoide de crisálidas de *Rhyacionia buoliana* Den. et Schiff. (Lep.: Tortricidae) 169
- A. M. JAUSET, M. ARTIGUES, M. J. SARASÚA. Estudio de algunas características de las plantas en variedades de peral y su relación con la incidencia de la psila (*Cacopsylla Pyri* (L.) Hemiptera: Psyllidae)..... 179
- S. B. PADÍN, E. M. RICCI, C. HENNING, S. RÉ, J. RINGUELET, E. CERIMELE. Insecticidas botánicos para el control de *Myzus persicae* Sulz. (Hemiptera: Aphididae) en *Brassica oleracea* var. capitata 187
- J. CASADO ÁLVAREZ, S. SORIA CARRERAS. Descripción del ciclo biológico y distribución de las principales cochinillas que afectan a las acículas de los pinos en la Comunidad Autónoma de Madrid 195
- I. ARMENDÁRIZ, YOLANDA SANTIAGO, A. PÉREZ-SANZ, L. DE LA IGLESIA, G. CAMPILLO, L. MIRANDA, C. ALBERTE, J. BLÁZQUEZ. Disminución cuantitativa de la cosecha en cebada por ataque de *Cnephasia pumicana* en Castilla y León 209

PATOLOGÍA

- J. MORAL, R. OLIVEIRA, J. C. TELLO, A. TRAPERO. Caracterización fisiológica y patogénica de aislados de *Colletotrichum* spp. causantes de la antracnosis del olivo 219
- A. ZARCO, J. R. VIRUEGA, L. F. ROCA, A. TRAPERO. Detección de las infecciones latentes de *Spilocaea oleagina* en hojas de olivo... 235

TERAPÉUTICA

- M. RUIZ TORRES, A. MONTIEL BUENO. Eficacia de los tratamientos mediante árboles-cebo contra la Mosca del Olivo (*Bactrocera oleae*, Gmel; Tephritidae, Diptera) en la provincia de Jaén 249
- M. RUIZ TORRES, A. MONTIEL BUENO. Efecto de los tratamientos-cebo aéreos con spinosad contra Mosca del Olivo (*Bactrocera oleae*, Gmel.; Diptera: Tephritidae) sobre la entomofauna del olivar en la provincia de Jaén 267
- H. O. S. DÓRIA, N. M. M. S. ALBERGARIA, V. ARTHUR, S. A. DE BORTOLI. Effect of gamma radiation against the Mediterranean fruit fly *Ceratitis capitata* (Diptera:Tephritidae) in guava fruits 285
- A. J. GONZÁLEZ, G. GONZÁLEZ-VARELA . Ensayo *in vitro* de fungicidas frente a *Exserohilum turcicum*, agente causal del tizón norteño del maíz, en Asturias 289
- M. P. CAMPELO, A. LORENZANA, M. F. MARCOS, M. ÁMEZ, J. A. BOTO, P. A. CASQUERO. Eficacia en campo de dos fungicidas para el control del mal del pie de la judía (*Phaseolus vulgaris*) en La Bañeza (León) 297

New host plant records in Argentina for two species in the genus *Phoracantha* Newman, 1840 (Coleoptera: Cerambycidae)

O. R. DI IORIO

Host plants of *Phoracantha semipunctata* (Fabricius, 1775) and *Phoracantha recurva* Newman, 1840 (Coleoptera; Cerambycidae) in Argentina are listed, and new host plant records for both species are identified.

O. R. DI IORIO. Entomología, Departamento de Biodiversidad y Biología Experimental, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, 41 Piso, Pabellón II, (CP 1428) Ciudad Universitaria, Buenos Aires, Argentina. E-mail: megacyllene@yahoo.com.ar

Key words: wood borers, *Eucalyptus*, *Phoracantha semipunctata*, *P. recurva*, South America.

INTRODUCTION

Phoracantha semipunctata (FABRICIUS, 1775) and *Phoracantha recurva* Newman, 1840 (Coleoptera: Cerambycidae) are originally from Australia. They were introduced in several countries, around the world, where its host plants are cultivated; their larvae develop in dead wood of species in the family Myrtaceae (GALILEO & MARTINS, 2006). In Australia, *P. semipunctata* is of only minor economic importance because it is a relatively an uncommon species, restricted to dead trees and downed limbs or logs (OHMART & EDWARDS, 1991). Host plants species can be different in each country where it were introduced because the *Phoracantha* beetles prefer drought-stressed trees, a condition that depends on the places where the *Eucalyptus* trees were planted (PAINE *et al.*, 2000). Previous and new host plant records of *P. semipunctata* and *P. recurva* in Argentina are presented.

MATERIAL AND METHODS

Naturally infested wood pieces of *Eucalyptus* were collected by the author in sever-

al localities. Herbarium specimens (ODI) were prepared from living branches of the same trees of the wind-fallen branches, which were later identified with the keys and illustrations of MANGIERI & DIMITRI (1961) and PARODI (1980). Wood pieces were maintained in rearing cages at ambient temperature. The emerged adults were kept in the collection of the author (ODI).

RESULTS

Host plants of *Phoracantha semipunctata* in Argentina

Previous host plant records

Eucalyptus amplifolia Naudin

La Pampa (COMERCI, 1999): campus of the Agronomic Faculty near Santa Rosa (COMERCI, pers. com., *in litteris*, 20-V-04).

Eucalyptus camaldulensis Dehnh.

Without locality (SANTORO, 1966; DOUROJEANNI, 1967 [following Santoro, 1966]; MARTI de CAJAL, 1988; FIORENTINO & DIODATO de MEDINA, 1991 [following Santoro, 1966]; KLIEJUNAS *et al.*, 2001 [following Fiorentino & D. de Medina, 1991]).

Jujuy: Dto. Palpalá, Centro Forestal de Altos Hornos Zapla 1988-1989 (QUINTANA de QUINTEROS *et al.*, 1991); *idem*, 1988-1995 (QUINTANA de QUINTEROS & VILTE, 1996, included in *Eucalyptus* spp.).

La Pampa (COMERCI, 1999, = *E. rostrata*): campus of the Agronomic Faculty near Santa Rosa (COMERCI, pers. com., *in litteris*, 20-V-04).

Eucalyptus cinerea F. Muell. Ex Benth.

Without locality (BOSQ, 1947; FERNÁNDEZ VALIELLA *et al.*, 1954).

Eucalyptus dalrympleana Maiden

La Pampa (COMERCI, 1999): campus of the Agronomic Faculty near Santa Rosa (COMERCI, pers. com., *in litteris*, 20-V-04).

Eucalyptus globulus Labill.

Without locality (BOSQ, 1934; DE SANTIS, 1945; BOSQ, 1947; FERNÁNDEZ VALIELLA *et al.*, 1954; GAVOTTO, 1957; SANTORO, 1966; DOUROJEANNI, 1967 [following Molinari, 1923]; MARTI de CAJAL, 1988; KLIEJUNAS *et al.*, 2001 [following Fiorentino & D. de Medina, 1991]; F.A.O, 2004).

Buenos Aires (MOLINARI, 1923; COZZO, 1955); DUFFY, 1960, for South America [following Molinari, 1923]; BARRIGA *et al.*, 1993 [following Duffy, 1960]).

Neuquén: Confluencia (MILLAHUINCA ARAYA & GENTILI, 1992).

Eucalyptus saligna Smith

Without locality (MANGIERI & DIMITRI, 1961; SANTORO, 1966; DOUROJEANNI, 1967 [following Santoro, 1966]; MARTI de CAJAL, 1988; FIORENTINO & DIODATO de MEDINA, 1991 [following Santoro, 1966]; KLIEJUNAS *et al.*, 2001 [following Fiorentino & D. de Medina, 1991]).

Jujuy: Dto. Palpalá, Centro Forestal de Altos Hornos Zapla 1988-1989 (QUINTANA de QUINTEROS *et al.*, 1991); *idem*, 1988-1995 (QUINTANA de QUINTEROS & VILTE, 1996, included in *Eucalyptus* spp.).

Eucalyptus sp. (undetermined species)

Without locality (BLANCHARD, 1933).

La Pampa (DIRECCIÓN DE SANIDAD VEGETAL, 1938a): General Pico (DIRECCIÓN DE SANIDAD VEGETAL, 1938b).

Buenos Aires: Tandil (DIRECCIÓN DE SANIDAD VEGETAL, 1943); Arboledas (DIRECCIÓN

GENERAL DE SANIDAD VEGETAL, 1964); Bella Vista (GALLARDO, 1958, 1974).

Eucalyptus tereticornis Smith.

Jujuy: Dto. Palpalá, Centro Forestal de Altos Hornos Zapla, 1988-1989 (QUINTANA de QUINTEROS *et al.*, 1991); *idem*, 1988-1995 (QUINTANA de QUINTEROS & VILTE, 1996, included in *Eucalyptus* spp.).

Eucalyptus viminalis Labill.

Without locality (BOSQ, 1947; FERNÁNDEZ VALIELLA *et al.*, 1954; GAVOTTO, 1957; MANGIERI & DIMITRI, 1961; SANTORO, 1966; COZZO, 1976; MARTI de CAJAL, 1988; ARAVENA, 1989; LARRIERA URES, 1990; FIORENTINO & DIODATO de MEDINA, 1991 [following Santoro, 1966]; KLIEJUNAS *et al.*, 2001 [following Fiorentino & D. de Medina, 1991]; F.A.O, 2004; South America (DUFFY, 1960 [following Bosq, 1947]; BARRIGA *et al.*, 1993 [following Duffy, 1960]).

La Pampa (WILLIAMSON, 1947; COMERCI, 1999).

Buenos Aires (COZZO, 1955)

Eight species of *Eucalyptus* have been mentioned as hosts of *P. semipunctata* in Argentina before. SANTORO (1966) reports previous data of *P. semipunctata* from different authors that give *Eucalyptus globulus*, *Eucalyptus saligna* and *Eucalyptus viminalis* as hosts, and mentions *Eucalyptus camaldulensis* for the first time. DE SANTIS (1978), who only quotes his previous work of 1945, and PASTRANA (1978), gives no reference of any species of *Eucalyptus* as host of *P. semipunctata*. Nevertheless, MARTI de CAJAL (1988) quotes the references of DE SANTIS (1978) and PASTRANA (1978). Possibly their host plant data were taken from SANTORO (1966), although this last reference is not mentioned among the list ones. FIORENTINO & DIODATO de MEDINA (1991) include SANTORO (1966) and BRUGNONI (1980) among their references.

COMERCI (pers. com., *in litteris*, 20-V-04) made observations in experimental cultures of *Eucalyptus* at the campus of the Agronomic Faculty near Santa Rosa (La Pampa district) between 1982 and 1986. Larval tunnels and emergence holes were observed in dead wind-

fallen branches of 3 species of *Eucalyptus* thereafter considered as hosts for the district of La Pampa. In contrast, KLIEJUNAS *et al.* (2001) include all species of *Eucalyptus* mentioned by FIORENTINO & DIODATO de MEDINA (1991).

New records (reared material)

Eucalyptus robusta Smith

Entre Ríos: Colonia Hughes, 29-I-2005, Di Iorio leg., 1 ex. (ODI) [wind-fallen branch].

Eucalyptus sideroxylon Cunn. ex Woolls

Capital Federal: Ciudad Universitaria, 8-VII-2005, Di Iorio leg., 4 exx. (ODI) [branch fallen by a wind in March 2005].

Remarks: In coincidence with the date of fall (March 2005) of the *E. sideroxylon* branch, one specimen of *P. semipunctata* was captured 21-III-2005 attracted by a light at 50 m near the fallen branch.

Host plants of *Phoracanta recurva* in Argentina

Phoracantha semipunctata [non F., 1775]: DI IORIO, 1996: 162 [host; distr.]; KLIEJUNAS *et al.*, 2001, *partim*: 49 [host], 110 [distr.; host].

Previous host plant records

Eucalyptus grandis W. Hill ex Maiden

Corrientes: between Paso de los Libres and Corrientes city (KLIEJUNAS *et al.*, 2001).

Eucalyptus viminalis Labill.

Buenos Aires: Sierra de la Ventana: Abra de la Ventana: Garganta Olvidada (DI IORIO, 1996).

This species was erroneously recorded by JÍMEZ (1978) as affecting pine plantations in the district of Córdoba, identified as *Phoracantha* [*sic*] sp. The first correct host plant for *P. recurva* in Argentina was given by DI IORIO (1996), but the species was mistakenly identified as *P. semipunctata*. *Eucalyptus grandis* as a host was recorded for the first time in Argentina by KLIEJUNAS *et al.* (2001: 110) in a plantation visited on the 17th April 1998 that had been affected by a wildfire in the district of Corrientes. The species was identified as *P. semipunctata* (these authors do not record *P. recurva* in Argentina). Nine new hosts for the larvae are added now for the country.

New records (observed and/or reared materials)

Eucalyptus camaldulensis Dehnh.

La Rioja: Anillaco, 14-XII-1999, 8 exx. (ODI) [dry branches fallen by stormwinds].

La Pampa: Santa Rosa, 6-IV-2003, Di Iorio & Rastelli leg., 6 exx. (LRSR) [wind-fallen dried branch], 18-V-2004, Di Iorio leg., 7 exx. (ODI) [wind-fallen dried branches].

Buenos Aires: 16 km N Navarro, 10-V-1997, Di Iorio leg., 11 larvae (ODI) inside their pupal chambers, 14.3 to 18.3 mm total length, 24 exx. (ODI) [wind-fallen dried branch]; Otamendi, 16.VIII.2003, Di Iorio leg., 1 ex. (ODI), teneral adult inside the pupal chamber, 53 exx. (ODI) [one wind-fallen dried branch]; Escobar, 16-X-2004 (larvae), Di Iorio leg., 3 exx. (ODI) [piece of firewood]; Villa Rosa, 18-IV-2004, Di Iorio leg., 1 ex. (ODI) [wind-fallen dried branch]; Del Viso, 15-IV-2004, Di Iorio leg., 13 exx. [wind fallen branch + burned standing regrowth of a felled tree]; km 26, F.C.G.B. (Campo de Mayo), 21-X-2003, Di Iorio leg., several emergence holes, 1 ex. (ODI), dead adult inside the emergence tunnel under bark [dead standing trees], 5-V-2004, Di Iorio leg., 40 larvae (ODI), 16.0 to 30.3 mm total length, 32 exx. (ODI) [branch fallen by stormwinds after 25-III-04]; Claromecó, 19-VII-2004, Di Iorio leg., 22 exx. (ODI) [lopped branches]; Bahía Blanca, 24-V-2006, larval tunnels and emergence holes from the previous summer [wind-fallen dried branch].

Eucalyptus camaldulensis ssp. *obtusa* Blakely

Buenos Aires: Pdo. de Olivos, Carapachay, 13-II-1995, Di Iorio leg., 4 larvae (ODI), 15.6 to 29.5 mm total length [one dead wind-fallen branch].

Eucalyptus cinerea F. Muell. ex Benth.

Entre Ríos: Villaguay, 10-IV-2000, several emergence holes from the previous summer, 1 dead adult inside the emergence tunnel [branches fallen by stormwinds and chopped up for firewood].

Eucalyptus globulus Labill.

Buenos Aires: Parque Pereyra Iraola, 13-VIII-2005, Di Iorio leg., 16 exx. (ODI) [dead

fallen tree]; Pdo. Balcarce, Estación Experimental Agropecuaria Balcarce, 29-IV-2004, larval tunnels and emergence holes [dead wind-fallen branches]; Claromecó, 19-VII-2004, Di Iorio leg., 55 exx. (ODI) [lopped branches].

Eucalyptus grandis W. Hill ex Maiden

Entre Ríos: Colonia Hughes, 5-VI-2004, Di Iorio leg., larvae inside their pupal chambers [dead wind-fallen branch].

Eucalyptus robusta Smith

Entre Ríos: Colonia Hughes, 29-I-2005, larval tunnels and empty pupal chambers, 4 exx. (ODI) [wind-fallen branches].

Buenos Aires: Del Viso, 13-V-2004, several larval tunnels and emergence holes from a previous summer [dead standing tree].

Eucalyptus saligna Smith

Entre Ríos: Federación, 20-I-2005, Zubarán leg., 2 exx. (GZSM).

Eucalyptus sideroxylon Cunn. ex Woolls

Capital Federal: Ciudad Universitaria, 8-VII-2005, Di Iorio leg., 17 exx. (ODI) [branch fallen by a wind in March 2005].

Eucalyptus tereticornis Smith

Córdoba: Ruta 9, km 585 (N de Tío Pujio), 3-X-2004 (larvae), Di Iorio leg., 2 exx. (ODI).

Santa Fe: Cayastá, 13-VIII-2006, Di Iorio & Medrano leg., 22 exx. (ODI) [dead wind-fallen branches].

Entre Ríos: Crespo, 9-IV-2004, Di Iorio leg., larvae inside their pupal chambers [lopped tree].

Buenos Aires: km 26, F.C.G.B. (Campo de Mayo), 15-II-2004, Di Iorio leg., 2 larvae (ODI) inside their pupal chambers, 24.8 and 30.6 mm total length, 12 exx. (ODI), sum-

mer generation ?, 3 exx. (ODI), winter generation [dead wind-fallen branches with last-instar larvae], 4 exx. (ODI), winter generation [dead wind-fallen branches with first-instar larvae]; Pdo. General Pueyrredón, Laguna de los Padres, 25-IV-2004, Di Iorio leg., 26 exx. (ODI) [dead wind-fallen branches].

Eucalyptus tereticornis x *camaldulensis* (hybrid)

Buenos Aires: km 26, F.C.G.B. (Campo de Mayo), 5-V-2004, Di Iorio leg., 5 larvae (ODI), 2.0 to 2.6 mm total length, 39 exx. (escaped) [one branch fallen by stormwinds after 25-III-2004 with first-instar larvae].

Eucalyptus viminalis Labill.

La Pampa: Santa Rosa, 17-V-2004, Di Iorio leg., 1 ex. (ODI) extracted 20-VI-04 from the pupal chamber, 71 exx. (ODI) [wind-fallen dried branches].

Buenos Aires: Balcarce, I-2006, H. Gizzi leg., 1 ex. (ODI) [wind-fallen branch]; Sierra de la Ventana, Abra de la Ventana, Garganta Olvidada, 3-IV-1994, Di Iorio leg., 24 exx. (ODI) [wind-fallen dried branches] (DI IORIO, 1996).

DISCUSSION

Since their introduction in Argentina around 1974 (DI IORIO, 2004), *P. recurva* has had 9 hosts in the genus *Eucalyptus*, 5 of which are the same as for *P. semipunctata*. In other words, in just 30 years *P. recurva* has been colonizing the same hosts as *P. semipunctata*. Thus it may be expected to keep on doing so till larvae of *P. recurva* cover the whole host range of *P. semipunctata*.

RESUMEN

DI IORIO O. R. 2007. Nuevos registros de plantas hospedadoras para dos especies en el género *Phoracantha* Newman, 1840 (Coleoptera: Cerambycidae) en Argentina. *Bol. San. Veg. Plagas*, **33**: 137-142.

Se enumeran las plantas hospedadoras de *Phoracantha semipunctata* (Fabricius, 1775) y de *Phoracantha recurva* Newman, 1840 (Coleoptera; Cerambycidae) en Argentina. Se dan nuevos registros de plantas hospedadoras para ambas especies en la Argentina.

Palabras clave: taladros de la madera, *Eucalyptus*, *Phoracantha semipunctata*, *P. recurva*, América del Sur.

REFERENCES

- ARAVENA, R. O. 1983. Insectos que perjudican a la flora leñosa de la provincia de La Pampa. Actas V Congreso Forestal Argentino. Santiago del Estero. Agosto de 1988, 4: 315-321.
- BARRIGA T., J. E., S. TOMISLAV CURKOVIC, L. THOMAS FICHET, J. L. HENRIQUEZ S. & J. MACAYA B. 1993. Nuevos antecedentes de coleópteros xilófagos y plantas hospederas en Chile, con una recopilación de citas previas. *Revta. chilena Ent.*, 20: 65-91.
- BLANCHARD, E. E. 1933. Sinopsis de los principales parásitos animales que dañan los cultivos. *Bol. Min. Agric. Nación*, 33(2): 197-225.
- BOSQ, J. M. 1934. Primera lista de los coleópteros de la República Argentina dañinos a la agricultura. *Bol. Min. Agric. Nación*, 36 (4): 313346.
- BOSQ, J. M. 1947. El taladro de los eucaliptos *Phoracantha semipunctata* (F.). Ministerio de Agricultura de la Nación, Dirección General de Laboratorios e Investigaciones, Instituto de Sanidad Vegetal, Laboratorio Central de Zoología Agrícola. Buenos Aires. Noviembre de 1947, Circular de Divulgación (39): 1-6.
- BRUGNONI, H. C. 1980. Plagas forestales. Editorial Hemisferio Sur. Buenos Aires.
- COMERCI, R. E. 1999. Plagas forestales determinadas en la provincia de La Pampa. In: Primeras Jornadas Centro-Patagónicas sobre Plagas Forestales. La Pampa, Santa Rosa. 19 de noviembre de 1999, 11 p. [without numeration].
- COZZO, D. 1955. *Eucalyptus* y eucaliptotenia. Editorial El Ateneo. Buenos Aires, 240 p.
- DE SANTIS, L. 1945. El taladro de los eucaliptos (*Phoracantha semipunctata* Fabr.). *Ingeniería Agronómica, Buenos Aires*, 7(3): 127-138.
- DE SANTIS, L. 1978. Plagas entomológicas importantes de los cultivos forestales en la República Argentina, P. 508-516. In: Actas del Tercer Congreso Forestal Argentino. Buenos Aires, Centro Cultural Tigre, 25 al 30 de Setiembre de 1978, 851 p.
- DI IORIO, O. R. 1996. Plantas hospedadoras de Cerambycidae (Coleoptera) en el Espinal periéstepico y en la provincia de Buenos Aires, Argentina. *Revta. Biol. Trop.*, 44 (3): 159-165.
- DI IORIO, O. R. 2004. Especies exóticas de Cerambycidae (Coleoptera) introducidas en la Argentina. Parte 1. El género *Phoracantha* Newman, 1840. *Agrociencia, Mexico*, 38: 503-515.
- DIRECCIÓN DE SANIDAD VEGETAL. 1938a. *Boletín Informativo*, 1 (3): 1-46.
- DIRECCIÓN DE SANIDAD VEGETAL. 1938b. *Boletín Informativo*, 2 (5): 1-57.
- DIRECCIÓN DE SANIDAD VEGETAL. 1943. *Boletín Informativo*, 6 (23): 1-58.
- DIRECCIÓN GENERAL DE SANIDAD VEGETAL. 1964. *Boletín Fitosanitario*, 13: 1-41.
- DOUROJEANNI, M. J. 1967. El "taladro de los eucaliptos", *Phoracantha semipunctata* (Fabricius) (Coleoptera: Cerambycidae), nuevo registro en el Perú. *Revista Forestal del Perú, Lima*, 1(1): 3-11.
- DUFFY, E. A. J. 1960. A monograph of the immature stages of Neotropical timber beetles (Cerambycidae). British Museum (Nat. Hist.). London, 327 p.
- F. A. O. 2004. Principales plagas y enfermedades del eucalipto fuera de Australia. *Unasylva*, 12(2): 1-7. In: <http://www.fao.org/docrep/x5387S/x5387s07.htm>
- FERNÁNDEZ VALIELLA, M. V., M. BAKARCIC & M. TURICA. 1954. Manual de enfermedades y plagas de los frutales y forestales en el Delta del Paraná. Ministerio de Agricultura y Ganadería, Laboratorio de Fito patología del Delta del Paraná, Dirección General de Investigaciones Agrícolas, Centro Regional Pampeano, Sección Agrícola. *Publicación Miscelánea*, 400: 1-192.
- FIORENTINO, D. C. & L. DIODATO DE MEDINA. 1991. Breve panorama de las plagas entomológicas forestales argentinas. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria, Investigación Agraria, *Sistemas y Recursos Forestales*, 16: 181-190.
- GALILEO, M. H. M. & U.R. MARTINS. 2006. Tribo Phoracanthini, p. 1-20. In: Cerambycidae sul-americanas (Coleoptera). Volume 8. Subfamilia Cerambycinae: Phoracanthini Newman, 1840; Hexoplonini trib. nov. Martins, U.R. (Organizador). Sociedade brasileira de Entomología, Curitiba, Paraná. 234 p.
- GALLARDO, J. M. 1958. Observaciones sobre el comportamiento de algunos anfibios argentinos. I. Referidas especialmente a la defensa, retorno y alimentación en *Bufo arenarum* Hensel y *Leptodactylus ocellatus* (L.). *Cienc. e Inv.*, 14 (7): 291-302.
- GALLARDO, J. M. 1974. Anfibios de los alrededores de Buenos Aires. Editorial Universitaria de Buenos Aires. Buenos Aires, 231 p.
- GAVOTTO, A. L. R. de. 1957. Principales coleópteros que atacan a los eucaliptos. In: Primeras Jornadas Argentinas del Eucalipto. Asociación Forestal Argentina. Buenos Aires, 4 al 10 de Noviembre de 1957, 3 p. [inedit]
- JIMENEZ, A. L. 1978. Guía de insectos de interes forestal. [Gobierno de Córdoba]. Secretaría de Estado de Agricultura y Ganadería, Dirección de Recursos Naturales Renovables, División Sanidad Forestal, 28 p.
- KLIEJUNAS, J. T., B. M. TRAKS, H. H. BURDSALL JR., G. A. DENITTO, A. EGLITTS, D. A. HAUGEN & E. W. WALLNER. 2001. Pest risk assessment of the importation into United States of unprocessed *Eucalyptus* logs and chips from South America. United States Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory, Madison, Wisconsin, General Technical Report FPL-GTR-124, 134 p.
- LARRIERA URES, B. 1990. Principales enfermedades y plagas que afectan a algunas especies del género *Eucalyptus*. Revisión bibliográfica, p. 241-254. In: Actas Jornadas sobre Eucaliptos para la Región Pampeana. Centro de Investigaciones y Experiencias Forestales. Buenos Aires, 23-24 de Julio de 1990, 277 p.
- MANGIERI, E. & M. J. DIMITRI. 1961. Los eucaliptos en la silvicultura. Estudio botánico y forestal de las especies más comúnmente cultivadas en Sudamérica. Editorial Acme. Buenos Aires, 365 p.
- MARTI DE CAJAL, B. 1988. Insectos xilófagos localizados en especies forestales principales de la Repúbli-

- ca Argentina. Actas IV Congreso Forestal Argentino. Santiago del Estero, agosto de 1988, 3: 762-764.
- MILLAHUINCA ARAYA, M. & M. GENTILI. 1992. Proyecto Prospección Regional Sanitaria Forestal (PROSAF). Centro de Datos para la Conservación. Neuquén, Chos Malal. Sistema de Archivos (database) [inedit].
- MOLINARI, E. 1923. Sobre un enemigo natural del género *Eucalyptus*. *Physis, Buenos Aires*, 7: 135.
- OHMART, C. P. & P. B. EDWARDS. 1991. Insect herbivory on *Eucalyptus*. *Annu. Rev. Entomol.*, 36: 637-657.
- PAINE, T. D., L. M. HANKS, J. G. MILLAR & E. O. PAINE. 2000. Attractiveness and suitability of host tree species for colonization and survival of *Phoracantha semipunctata* (Coleoptera: Cerambycidae). *The Canadian Entomol.*, 132: 907-913.
- PARODI, L. R. 1980. Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería. Tomo I: Descripción de las plantas cultivadas. Editorial Acme, Buenos Aires. Tercera edición, xii + p. 657-1161.
- PASTRANA, J. A. 1978. Las plagas insectiles importantes de los cultivos forestales, p. 528-534. In: Actas del Tercer Congreso Forestal Argentino. Buenos Aires, Centro Cultural Tigre, 25 al 30 de Setiembre de 1978, 851 p.
- QUINTANA de QUINTEROS, S. L., C. A. AMADOR & H. A. VILTE. 1991. Contribución al conocimiento de taldros (Coleoptera: Cerambycidae) y sus enemigos naturales en plantaciones de eucaliptos del Departamento Palpalá, provincia de Jujuy, p. 245. In: II Congreso Argentino de Entomología. Córdoba, La Cumbre, 3 al 6 de Diciembre de 1991, 262 p.
- QUINTANA de QUINTEROS, S. L. & H. A. VILTE. 1996. Insectos perjudiciales a especies forestales (*Eucalyptus* sp., *Pinus* sp., *Salix* sp.) en la provincia de Jujuy (República Argentina), p. 130. In: Memorias Congreso de Entomología VI Latinoamericano y XXXI Nacional. Mérida, Yucatán, 26 al 30 de Mayo de 1996, 214 p.
- SANTORO, F. H. 1966. Panorama entomológico relacionado con la silvicultura y la tecnología forestal de la República Argentina. *Revta. forest. Arg.*, 10(2): 53-59.
- WILLIAMSON, J. 1947. El eucalipto en la parte central del territorio de La Pampa. Ministerio de Agricultura de la Nación, Dirección General de Laboratorios e Investigaciones, Instituto de Fitotecnia. *Publicación de Divulgación*, 1: 1-31.

(Recepción: 15 noviembre 2005)

(Aceptación: 16 abril 2007)

Interactions between aphid species and beneficial organisms in sweet pepper protected crop

E. VALÉRIO, A. CECÍLIO, A. MEXIA

The interactions between different aphid species and beneficial organisms have been studied in the west region of Portugal, on sweet pepper protected crops. Assays were carried out during the years of 1998, 2002, 2003 and 2004. Aphid species and natural enemies were weekly collected, quantified and identified in laboratory.

The aphid species that reached economic thresholds were *Aphis craccivora* Koch, *Aphis gossypii* Glover and *Myzus persicae* (Sulzer). *Aulacorthum solani* (Kaltenbach) and *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas) were also observed.

Indigenous predator activity by anthocorids, cecidomyiids, coccinelids, chrysopids, spiders, syrphids and some parasitoids, contributed to the control of aphid populations. However, in sweet pepper protected crops, aphid populations can reach high levels and the activity of natural enemies may be insufficient to control them. Introduction of beneficial enemies are mostly necessary.

A biological control programme was implemented and adapted to the conditions observed during the assays. Therefore, to control *A. craccivora* and *A. gossypii* populations, whose reproductive rate is very high in protected pepper crops, the introductions of predators, namely coccinelids, should be considered due to its efficacy in controlling these aphid species. *M. persicae* populations can be controlled with parasitoid releases when the first colonies are observed. In this study the predator *Coccinella septempunctata* L. and the parasitoid *Aphidius colemani* Viereck were used.

E. VALÉRIO, A. CECÍLIO. Estação Agronómica Nacional – INIAP, Dep. Protecção de Plantas - Entomologia, Av. da República, Nova Oeiras. 2784-505 Oeiras. elsaval@sapo.pt
A. MEXIA. Estação Agronómica Nacional – INIAP, Direcção, Av. da República, Nova Oeiras. 2784-505 Oeiras.

Key words: aphids, parasitoid, predator, biological control, greenhouse, sweet pepper.

INTRODUCTION

Aphids are an important pest in sweet pepper protected crops (VALÉRIO, 1997, 1999, 2003, 2004, 2005). They produce large amounts of honeydew which cause damage on plants and the crop production may be reduced.

In sweet pepper protected crops some aphid species can cause direct and indirect damage. The aphid species *Myzus persicae* (Sulzer) and *Aphis gossypii* Glover are frequently mentioned as the most important

(GILKESON, 1990; DOMAGALA, 1992; WICK, 1992; VALÉRIO, 1997; MELLINGER, *et al.*, 2000; VASICEK, *et al.*, 2001; LEE, 2002; VALÉRIO *et al.*, 1999, 2003 and 2004). However, in the last years we have been observing the occurrence of aphid species becoming serious pests and difficult to control (GARCÍA, 2001; VALÉRIO *et al.*, 2004). In sweet pepper protected crop, *Aulacorthum solani* (Kaltenbach) has been reported as one of the most important species in some regions of Spain (HERMOSO DE MENDOZA, 2005; SÁNCHEZ, 2005) and *Aphis craccivora* Koch in

Portugal (VALÉRIO *et al.*, 2004, 2005). The aphid *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas) has also been reported from Portugal (VALÉRIO, 1997; VALÉRIO *et al.*, 1999, 2003, 2004, 2005) however, its importance was considered as secondary.

With so many aphid species that can cause damage to sweet pepper, and the concern with chemical control that is costly for farmers and has many disadvantages either for public health or for the environment, particularly for its negative effects on beneficial organisms (LHARCO, 1992; ZHANG, 2000; ÖSTMAN, 2001; BARRENECHEA, *et al.*, 2004), alternative control methods must be considered (VAN LENTEREN, 1996).

Natural enemies present in the ecosystem reveal in most cases low efficiency in controlling aphid species in sweet pepper and, biological control can be very useful as an alternative measure (RAMÓN, 2002; WAWRZYNSKI *et al.*, 2001; GUENAOU, 1991; GILKESON, 1990). Implementing a biological control programme in a greenhouse requires more knowledge and labour from the farmer than traditional pest control programmes (GREER *et al.*, 1999; DUFOUR, 2001). Proper aphid species identification is very important and must be done before a control programme, using predators or parasites, is initiated, (GREER, 2000; VALÉRIO *et al.*, 2005) for selection of the appropriate beneficial organism to be released, given its specificity. Other aspects should be considered, namely, release rate, timing, placement, temperature, and pesticide application that can influence the success or failure of biological control efforts (GREER *et al.*, 1999; DUFOUR, 2001), as well as the care for minimizing the non-target effects of biological control (SIMBERLOFF, 1996; FOLLETT, *et al.* ed., 2000; BARRATT, 2003; LOUDA, 2003).

In this work, two beneficial organisms were selected to be released. The parasitoid *Aphidius colemani* Viereck was selected due to the proved efficiency of this parasitoid genus in parasitizing the aphid species of sweet pepper crop (RABASSE *et al.*, 1983; GILKESON, 1990; SCHELT, 1990; WICK, 1992;

DOMAGALA, 1992; VAN STEENIS *et al.*, 1996; SAMPAIO *et al.*, 2001; VALÉRIO *et al.*, 2003, 2004) and its availability in biological control suppliers. The predator *Coccinella septempunctata* L. was also selected, because of its efficiency in controlling high levels of aphids according to our own observations and reports from other authors (OBRYCKI, 1998; TRILTSCH, 1999; MINORETTI, 2000; EVANS, 2003).

With this work we intended to study interactions between aphid species and its natural enemies and obtain information for implementation of a biological control programme that can reduce the chemical input and problems associated with aphid control in sweet pepper protected crop.

MATERIALS AND METHODS

Monitoring aphid species and natural enemies in sweet pepper plants

Assays were conducted, during the years 1998, 2002, 2003 and 2004, on protected sweet pepper crops, in the west region of Portugal.

In 1998 a study of population dynamics was carried out for monitoring aphid species and their natural enemies. In the following years a biological control programme was developed to evaluate the interaction between aphid species and specific beneficial organisms to be released and also the suitable time for releases, in order to increase the effectiveness of the beneficial organisms and minimize the non-target effects of biological control.

A greenhouse with sweet pepper was sampled weekly. When the conditions were favourable to the development of aphid populations, the frequency of sampling was intensified.

Greenhouses were divided into ten sections and one sweet pepper plant of each section was sampled for monitoring aphid species. Two leaves were randomly collected from two of the three plant levels (superior, medium and inferior).

The predatory activity was monitored in twenty pepper plants. The presence of lar-

vae, pupae and adult stages of predators were registered for anthocorids, cecidomyiids, coccinellids, chrysopids, spiders and syrphids. The methodology used was adapted from previous studies on aphid population dynamics and their natural enemies, on pepper crops (VALÉRIO *et al*, 1999).

The leaves sampled were observed under microscope in laboratory for identification and quantification of aphid species and parasitoid mummies.

Introduced beneficial organisms

Two beneficial organisms were introduced to control aphid populations, the *A. colemani* parasitoid and the *C. septempunctata* predator.

The specific parasitoid *A. colemani* was obtained from a biological control supplier

and released in *M. persicae* colonies to control this aphid. *C. septempunctata* was captured on potato crops near the greenhouse and released on pepper plants to control the aphid species *A. gossypii* and *A. craccivora*.

RESULTS AND DISCUSSION

During the assays, five aphid species were identified *A. craccivora*, *A. gossypii*, *A. solani*, *M. euphorbiae* and *M. persicae* (figure 1), the occurrence of the different aphid species had fluctuations. *A. craccivora*, *A. gossypii* and *M. persicae* were the species that reached higher populations levels. In 2003, *A. solani* was the dominant species and the aphids of the genera *Aphis* were not observed (figure 1). The occurrence of this population dynamic of the aphid species, much

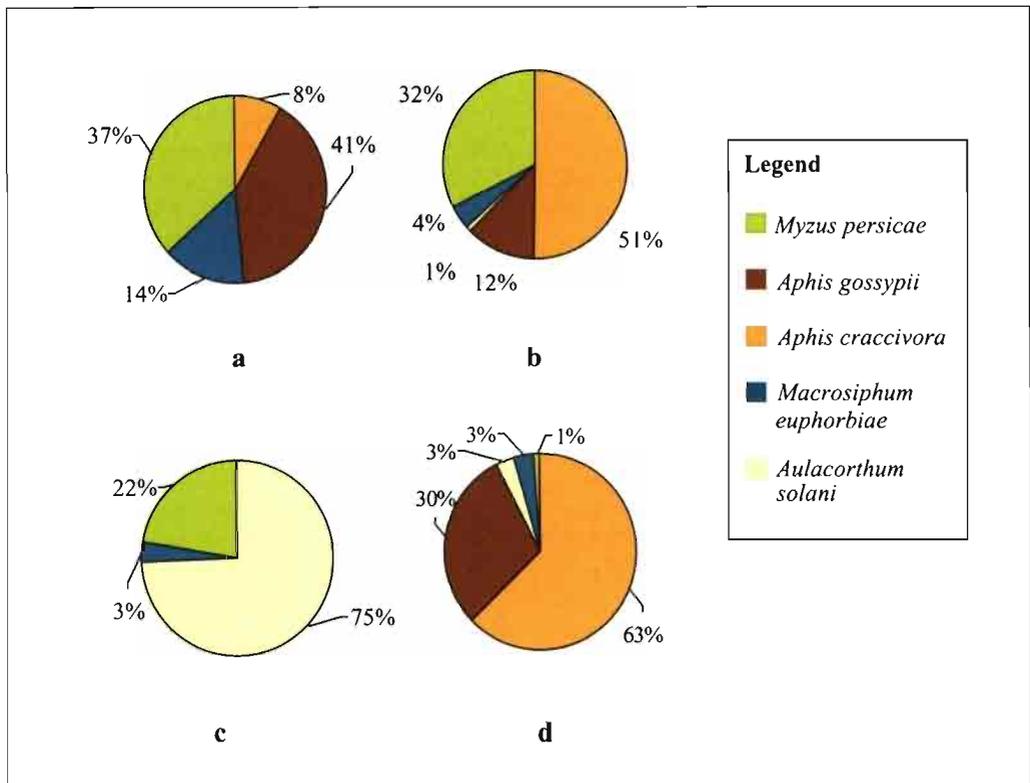


Figure 1. Percentage of aphid species per year of observation. a) 1998; b) 2002; c) 2003; d) 2004.

different from the other years, took place when problems in development of sweet pepper plants occurred associated with nutritional and pathogen issues.

In 1998 *M. persicae* with 37 % of total aphid species and *A. gossypii* with 41 % (figure 1-a) were the species that reached the economic threshold. Oscillations verified in *M. persicae* populations (figure 2) were followed by the indigenous parasitoid activity (figure 3) which was not enough to prevent a peak of the aphid population. In early July *A. gossypii* populations reached a higher level (figure 2), however, indigenous predators populations increased (figure 3) and contributed to the control of pest populations.

The acquired information, namely the interactions between aphid species and natural enemies (anthocorids, cecidomyiids, coccinellids, chrysopids, spiders, syrphids and some parasitoids) and the natural control efficiency, was important to define the biological control strategy for the following years. In 2002, on the basis of the insufficient activity of indigenous parasitoids, since the beginning of aphid colonization, the parasitoid *A. colemani* was selected to be released on the *M. persicae* colonies (20 May) (figure 4). When the parasitoid was released (20 May), the *M. persicae* colonies were well developed and in full reproduction, and it was not possible to prevent an increase of pest population (figure 4).

A. gossypii populations reached high levels however *A. craccivora* reached even higher levels (figure 4) and caused important injury damage on the crop due to honeydew production. The natural enemy's diversity (figure 5) contributed to control the aphid populations.

Taking into account the adaptation difficulties experienced by *A. colemani*, in 2003, releases were made earlier (22 April) (figure 7), which kept the parasitoid activity until the end of the crop. In this year, the already mentioned problems with sweet pepper plants development, associated to the occurrence of nutritional and pathogen problems were unfavourable to the development of aphid populations (figure 6). *A. solani* kept its activity near the ventilation apertures,

however, the aphid populations were lower (figure 6).

On the 20th of April, 2004 *A. colemani* was introduced (figure 8) and kept its activity during the crop development, parasitizing *M. persicae* which maintained the population at low levels (figure 8). Verifying that the reproductive rate of *A. gossypii* and *A. craccivora* was very high and also that parasitism and predatory activity were insufficient to control its populations, the option taken was to release predators (coccinellids) in May the 25th (figure 8 and 9). These beneficial insects had an excellent adaptation to greenhouses conditions and reduced considerably the pest populations.

CONCLUSIONS

In Portugal, on protected sweet pepper crops, high population levels of aphids are, normally, associated to *A. craccivora*, *A. gossypii* and *M. persicae* presence.

M. persicae populations must be controlled since the beginning, when the first colonies are observed. With low population levels, parasitism seems to be the better option to consider. In the region of the experiments, the activity of the indigenous parasitoids is not enough to control *M. persicae* populations and early introductions of parasitoids are necessary.

On the other hand, to control *A. craccivora* and *A. gossypii* populations, whose reproductive rate is very high in protected pepper crop, parasitism was not sufficient to control these aphid species.

Decreases in *A. craccivora* and *A. gossypii* populations correspond, usually, to predator population increase. Therefore, if indigenous predator activity is scarce to control these aphids, the introduction of predators, namely, coccinellids should be considered because of its efficacy to control those aphid species as it was observed in 2004.

The releases of the parasitoid *A. colemani* and the predator *C. septempunctata* were associated to the decrease of aphid population levels and apparently controlled the aphid species mentioned.

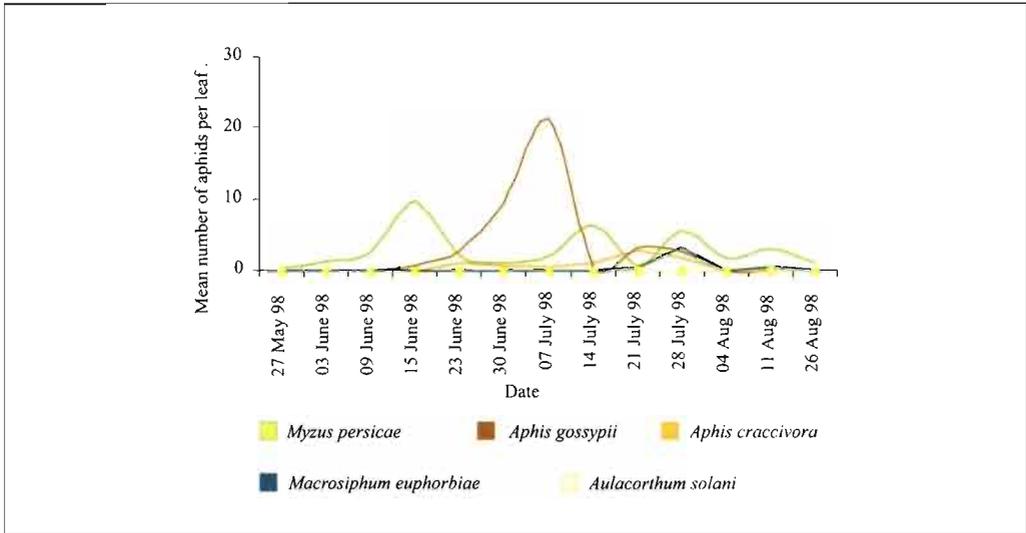


Figure 2. Evolution of mean number of aphid species during the year of 1998.

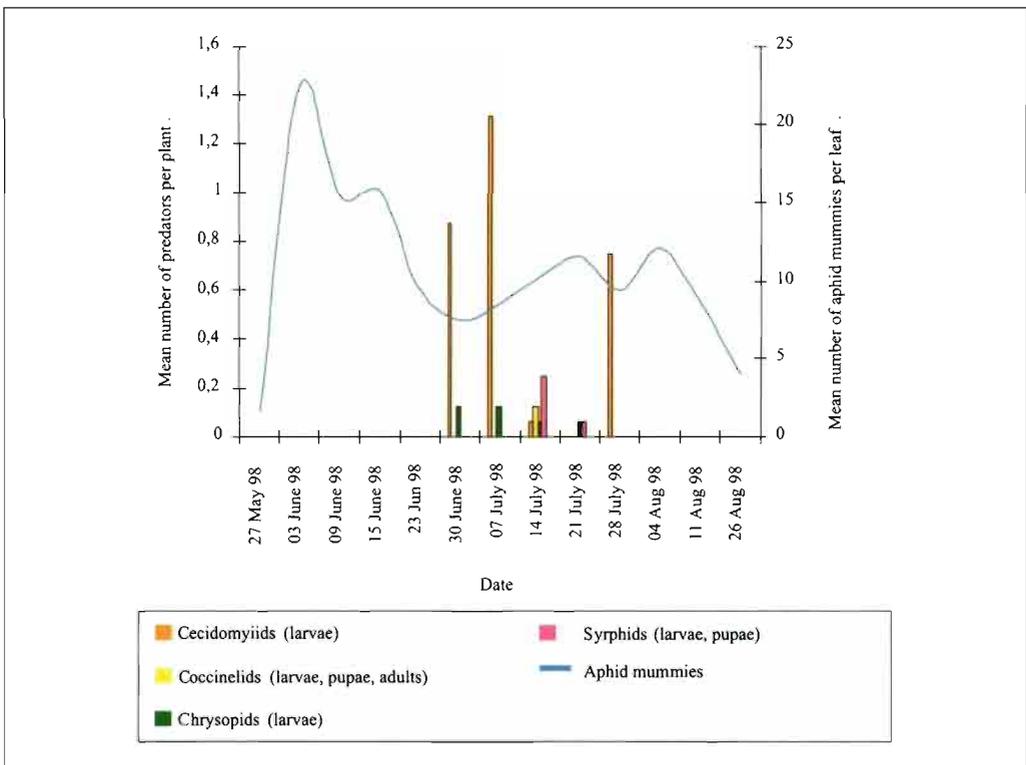


Figure 3. Mean number of predators per plant and mean number of aphid mummies per leaf, observed during the year of 1998.

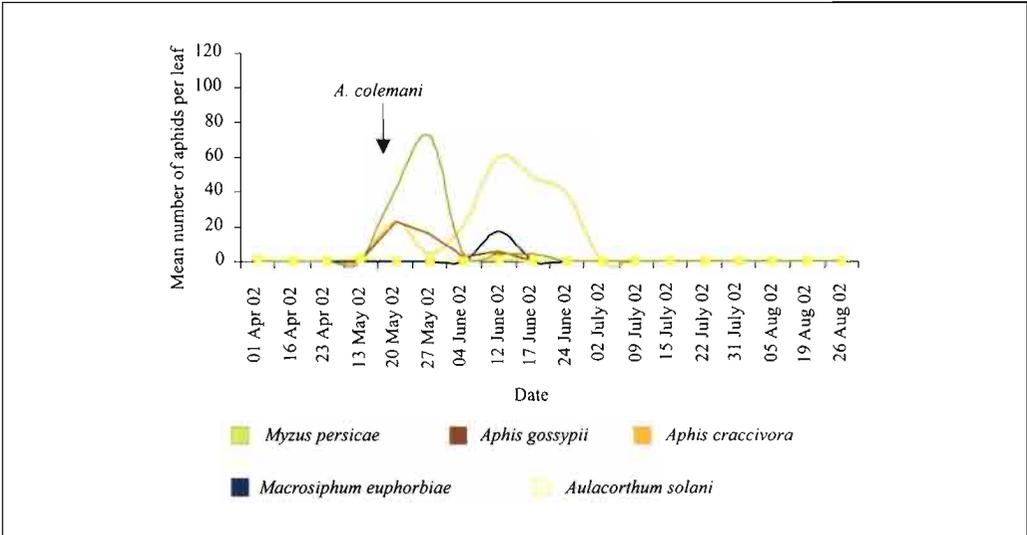


Figure 4. Evolution of mean number of aphid species during the year of 2002.

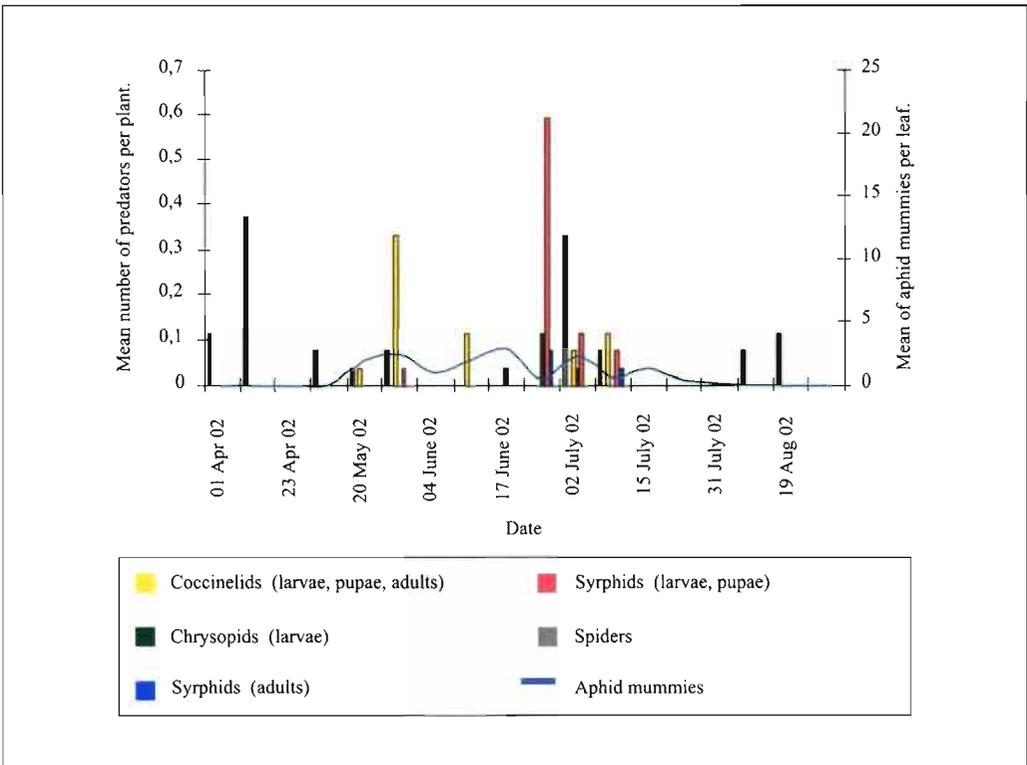


Figure 5. Mean number of predators per plant and mean number of aphid mummies per leaf, observed during the year of 2002.

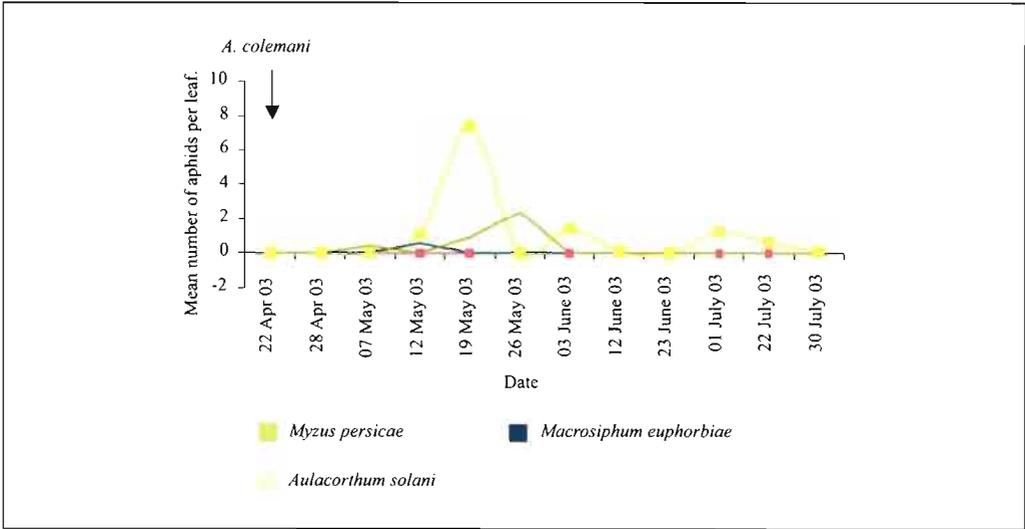


Figure 6. Evolution of mean number of aphid species during the year of 2003.

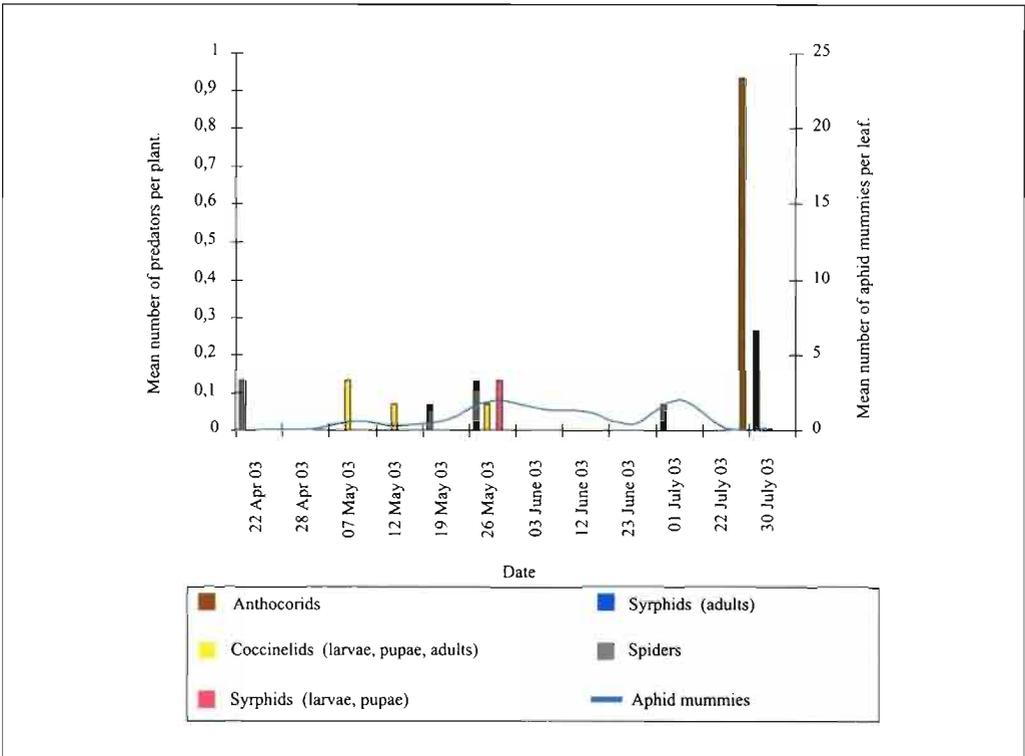


Figure 7. Mean number of predators per plant and mean number of aphid mummies per leaf, observed during the year of 2003.

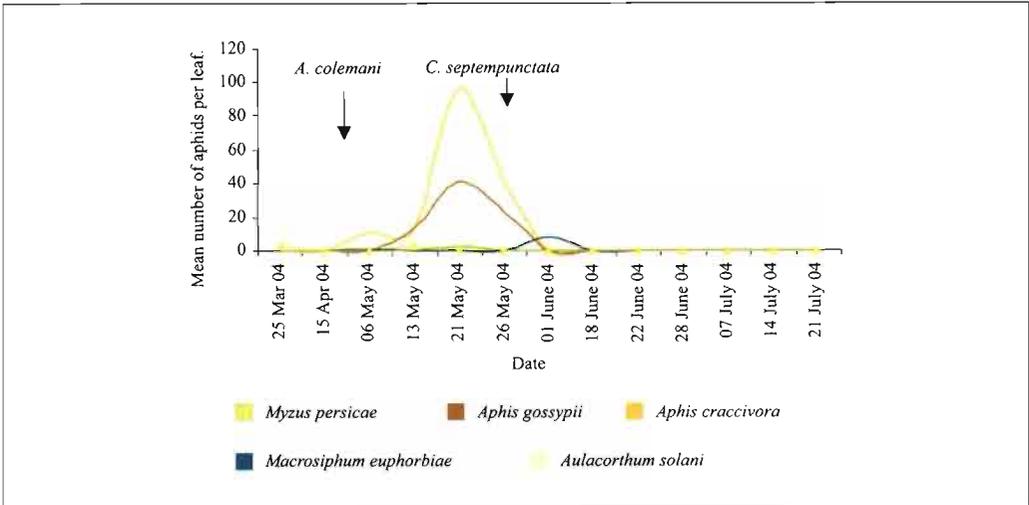


Figure 8. Evolution of mean number of aphid species during the year of 2004.

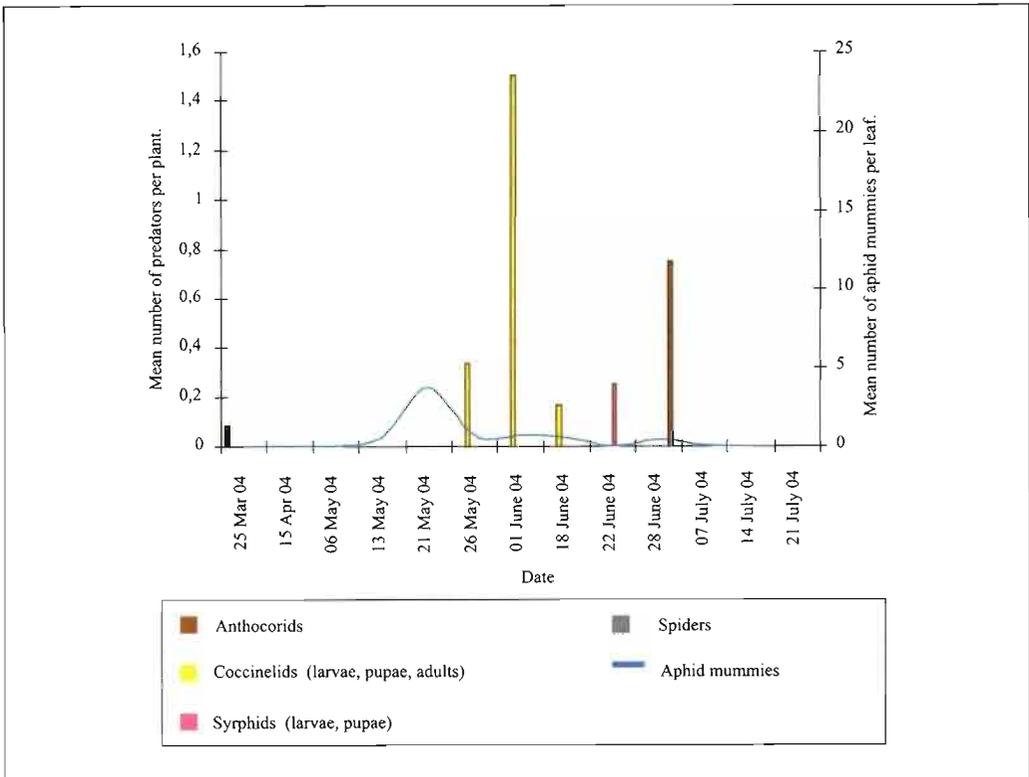


Figure 9. Mean number of predators per plant and mean number of aphid mummies per leaf, observed during the year of 2004.

ACKNOWLEDGEMENTS

This study was supported by the national research projects PIDDAC-103/02 and PRA-XIS/3/3.2/HORT/2164/95 and also FCT

(Fundação para a Ciência e a Tecnologia). We wish to thank José Firmino for his support and for making available greenhouses to the assays. To Dr. J. Constantino Sequeira we wish to thank the comments on the text.

RESUMEN

VALÉRIO E., A. CECÍLIO, A. MEXIA. 2007. Interacción entre especies de áfidos y organismos beneficiosos en cultivos protegidos de pimiento. *Bol. San. Veg. Plagas*, 33: 143-152.

Las interacciones entre diversas especies de áfidos y los organismos beneficiosos se han estudiado en la región del oeste de Portugal, en cultivos protegidos de pimiento. Los ensayos fueron realizados durante los años de 1998, 2002, 2003 y 2004. Las especies de áfidos y los enemigos naturales se recogieron semanalmente, cuantificados e identificados en laboratorio.

Las especies de áfidos que alcanzaron umbrales económicos fueron *Aphis craccivora* Koch, *Aphis gossypii* Glover y *Myzus persicae* (Sulzer). También estuvieron presentes *Aulacorthum solani* (Kaltenbach) y *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas).

La actividad depredadora indígena por los antocóridos, cecidómidos, coccinélidos, crisópidos, arañas, sírfidos y algunos parásitos, han contribuido al control de las poblaciones de áfidos. Sin embargo, en cultivo de pimiento, las poblaciones de áfidos pueden alcanzar altos niveles y la actividad de enemigos naturales es escasa para controlarlos satisfactoriamente. La introducción de enemigos beneficiosos es, por tanto, necesaria.

Un programa de control biológico fue puesto en marcha y se adaptó a las condiciones en que se desarrollaron los ensayos. Para controlar las poblaciones de *A. craccivora* y *A. gossypii* los cuales tuvieron una tasa de reproducción en nuestros ensayos, las introducciones de depredadores, (coccinélidos), fueron eficaces en el control de las especies de áfidos. Las poblaciones de *M. persicae* pueden ser controladas con las introducciones de parasitoides cuando se observan a las primeras colonias. En este estudio el depredador *Coccinella septempunctata* L y el parasitoide *Aphidius colemani* Viereck fueron utilizados.

Palabras clave: áfidos, parásitos, depredador, control biológico, invernadero, pimiento.

REFERENCES

- BARRATT, B. I. P., PHILLIPS, C. B., FERGUSON C. M., GOLDSON S. L. 2003. Predicting non-target impacts of parasitoids: where to go from here? USDA Forest Service- FHTET publication. 1st International Symposium on Biological Control of Arthropods: 378-386, January. Honolulu, Hawaii, USA.
- BARRENECHEA, I. V., CABALEIRO SOBRINO, C., MARTÍN LÓPEZ, B. 2004. Empleo de aceites de distinto origen, en programas de manejo integrado en pimiento para el control del pulgón *Myzus persicae* (Sulzer). *Bol. San. Veg. Plagas*, 30: 185-195.
- DOMAGALA, T. 1992. Use of *Aphidius matricariae* in integrated control of *Myzus persicae* on capsicum in glasshouses. *Bull OEPP/EPPO*, 22 (3):449-453.
- DUFOUR, R. 2001. Biointensive integrated pest management (IPM). Fundamentals of sustainable agriculture. ATTRA, 1-52.
- EVANS, E. W. 2003. Searching and reproductive behaviour of female aphidophagous ladybirds (Coleoptera: Coccinellidae): a review. *Eur. J. Entomol.*, 100: 1-10.
- FOLLETT, P. A., DUAN, J. J. (Eds.). 2000. Nontarget effects of biological control. Kluwer Academic Publishers. Boston/Dordrecht/London. 316 pp.
- GARCÍA, T. C. 2001. Problemática de plagas en cultivos hortícolas en invernaderos: evolución y situación actual. *Agrícola Vergel*, 239: 621-625.
- GILKESON, L. A. 1990. Biological control of Aphids in Greenhouse Sweet Peppers and tomatoes. *Bulletin SROP/WPRS XIII* (5): 64-70.
- GREER, L. 2000. Greenhouse IPM: sustainable aphid control. Pest Management Technical Note. ATTRA, 1-12.
- GREER, L., DIVER, S. 1999. Integrated pest management for greenhouses crops. Pest management systems guide. ATTRA, 1-34.

- HERMOSO DE MENDOZA, A., LA SPINA, M., MARCO, F., TABANERA, S., VINACHES, P. 2005. Nível de dano económico para *Aulacorthum solani* (Kaltenbach) (Hemiptera: Aphididae) sobre pimento em invernadero comercial. Record of proceedings of IV Congreso Nacional de Entomología Aplicada, X Jornadas científicas de la SEEA, I Jornadas portuguesas de entomología aplicada. Bragança (Portugal), p. 112. (Abstract).
- ILHARCO, F. A. 1992. Equilíbrio Biológico de afídeos. Fundação Calouste Gulbenkian, 303 pp, Lisboa.
- LEE, H. T., IDRIS, A. B., MOHAMAD ROFF, M. N. 2002. The population abundance of *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae) in different chilli (*Capsicum annum*) planting densities. *Online Jour. of Biol. Scienc.*, 2 (5): 293-294.
- LOUDA, S. M., PEMBERTON R. W., JOHNSON, M. T., FOLLETT, P. A. 2002. Nontarget effects-the Achilles heel of biological control? Retrospective analyses to reduce risk associated with biocontrol introductions. *Annu. Rev. Entomol.*, 48: 365-396.
- MELLINGER, H. C., BOTTENBERG, H. 2000. Commercial implementation of biointensive IPM in pepper production systems. SBIR phase II final report. 34 pp.
- MINORETTI, N., WEISSER, W. W. 2000. The impact of individual ladybirds (*Coccinella septempunctata*, Coleoptera: Coccinellidae) on aphid colonies. *Eur. J. Entomol.*, 97: 475-479.
- OBRYCKI, J. J., KRING, T. J. 1998. Predaceous coccinellidae in biological control. *Annu. Rev. Entomol.*, 43: 295-321.
- ÖSTMAN, Ö., EKBOM, B., BENGTESSON, J. 2001. Landscape heterogeneity and farming practice influence biological control. *Basic Appl. Ecol.*, 2: 365-371.
- RABASSE, J. M., LAFONT, J. P., DELPUECH, I., SILVIE, P. 1983. Progress in aphid control in protected crops. *SROP/WPRS Bulletin*, VII (3): 151-162.
- RAMÓN, R. C. 2002. Perspectivas en el control de plagas agrícolas. *Agrícola Vergel*, 582-586.
- SAMPAIO, M. V., VANDA, H. P. B., VAN LENTEREN, J. C. 2001. Preferência de *Aphidius colemani* Viereck (Hymenoptera: Aphididae) por *Myzus persicae* (Sulzer) e *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae). *Neotrop. Entomol.*, 30 (4):655-660.
- SÁNCHEZ, J. A., CÁNOVAS, F., LACASA, A. 2005. Estratégias de manejo y umbrales de intervención para *Aulacorthum solani* (Hemiptera: Aphididae) en cultivos de pimiento en invernadero. Record of proceedings of IV Congreso Nacional de Entomología Aplicada, X Jornadas científicas de la SEEA, I Jornadas portuguesas de entomología aplicada. Bragança (Portugal), p. 114. (Abstract)
- SIMBERLOFF, D., STILING, P. 1996. Risks of species introduced for biological control. *Biol. Conservation*, 78: 185-192.
- TRILTSCH, H. 1999. Food remains in the guts of *Coccinella septempunctata* (Coleoptera: Coccinellidae) adults and larvae. *Eur. J. Entomol.*, 96: 355-364.
- VALÉRIO, E. 1997. Os parasitóides (Hymenoptera: Aphididae) e o seu potencial na limitação natural de afídeos (Homoptera: Aphidoidea) em culturas protegidas na região Oeste, Universidade de Évora, 97 pp.
- VALÉRIO, E., CECÍLIO, A., ILHARCO, F. A., MEXIA, A. 1999. Dinâmica das populações de afídeos (Homoptera: Aphidoidea) e seus parasitóides (Hymenoptera: Aphididae) em cultura protegida de pimento. *Supplement of SPEN bulletin*, N°6: 79-84.
- VALÉRIO, E., CECÍLIO, A., MEXIA, A. 2003. Biodiversidade de parasitismo espontâneo de afídeos em horticultura protegida, em diferentes sistemas de protecção das plantas. Record of proceedings of 6º Encontro Nacional de Protecção Integrada., p. 14.
- VALÉRIO, E., CECÍLIO, A., MEXIA, A. 2004. Interações entre hiperparasitóides, parasitóides primários e afídeos (Homoptera, Aphididae) em cultura protegida de pimento. Record of proceedings of XI Congresso Ibérico de Entomologia, p. 153.
- VALÉRIO, E., CECÍLIO, A., MEXIA, A. 2005. Estratégias de Protecção Integrada para pragas de afídeos em cultura protegida de pimento. Record of proceedings of VII Encontro Nacional de Protecção Integrada – A Produção Integrada e a Qualidade e Segurança Alimentar. Mª José Moreno da Cunha (coord.). Col. Práticas-Conhecimento-Pensamento, Ed. IPC (Instituto Politécnico de Coimbra). 1 (9): 98 – 105.
- VAN LENTEREN, J. C. 1996. Quality control tests for natural enemies used in greenhouse biological control. *OILB/WPRS Bull.*, 19 (1): 83-86.
- VAN SCHELT, J., DOUMA, J. B., RAVENSBERG, W. J. 1990. Recent developments in the control of aphids in sweet peppers and cucumbers. *SROP/WPRS Bull. XIII/5*: 190-193.
- VAN STEENIS, M. J., EL-KHAWASS, K. A. M. H. 1996. Different parasitoid introduction schemes determine the success of biological control of *Aphis gossypii* with the parasitoid *Aphidius colemani*. *Bulletin IOBC/WPRS*, 19 (1):159-162.
- VASICEK, A., DE LA ROSSA, F., PAGLIONI, A. 2001. Aspectos biológicos y poblacionales de *Aulacorthum solani*, *Myzus persicae* y *Macrosiphum euphorbiae* (Homoptera: Aphidoidea) en pimiento (*Capsicum annum* L.). *Bol. San. Veg. Plagas*, 27: 439-446.
- WAWRZYNSKI, R. P., ASCERNO, M. E., MCDONOUGH, M. J. 2001. A survey of biological control users in Mid-west greenhouse operations. *Amer. Entomol.*, 47 (4): 228-234.
- WICK, M. 1992. Release of *Aphidius matricariae* for control of *Myzus persicae* in glasshouses. *OEPP/EPPO Bulletin*, 22: 437-444.
- ZHANG, R., LIANG, H., TIAN, C., ZHANG, G. 2000. Biological mechanism of controlling cotton aphid (Homoptera: aphididae) by the marginal alfalfa zone surrounding cotton field. *Chinese Science Bull.*, 45 (4): 355-357.

(Recepción: 18 enero 2006)

(Aceptación: 30 abril 2007)

Population dynamics of aphids (Homoptera: Aphididae) and beneficial organisms on protected strawberry crops

E. VALÉRIO, A. CECÍLIO, A. MEXIA

In protected strawberry crops, aphids are one of the most important pests and can cause serious losses on strawberry production. The knowledge of aphid population dynamics and beneficial organisms is very useful to reduce damage.

To study the aphid population dynamics and beneficial organisms, assays were carried out, in two greenhouses, during the years 2002/2003 and 2003/2004, in the west region of Portugal. The protected strawberry crops were submitted to an IPM (Integrated Pest Management) programme. Biological control and cultural control were selected to allow the observation of interactions between aphid populations and beneficial organisms. Aphids and natural enemies were quantified and identified weekly during the crop period. Predators (coccinellids) were released in order to control aphid populations.

The aphid species that reached the economic threshold were *Aphis gossypii* Glover and *Aphis ruborum* (Börner). *A. gossypii* reached much higher population levels than other species. *Aphis craccivora* Koch, *Aulacorthum solani* (Kaltenbach) and *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas) were also identified.

Primary parasitism by the families Aphidiidae and Aphelinidae was observed, as well as parasitism by entomopathogenic fungi. Predator activity (anthocorids, cecidomyiids, coccinellids, chrysopids, spiders and syrphids) was the most efficient in controlling aphid populations.

Aphid population levels always reached high values in the two years of assays, especially *A. gossypii*. Beneficial organisms and cultural control by periodically removal of old leaves, contributed to reduce the pest populations. However, were insufficient to prevent harmful levels on fruits and consequently releases of predators were justified.

E. VALÉRIO, A. CECÍLIO. Estação Agronómica Nacional – INIAP, Dep. Protecção de Plantas - Entomologia, Av. da República, Nova Oeiras. 2784-505 Oeiras. elsaval@sapo.pt
A. MEXIA. Estação Agronómica Nacional – INIAP, Direcção, Av. da República, Nova Oeiras. 2784-505 Oeiras.

Key words: Aphids, beneficial organisms, biological control, cultural control, greenhouse, strawberry.

INTRODUCTION

The damage caused by aphids on protected strawberry crops can result from the honeydew production on the fruits. The presence of this sticky secretion induces the appearance of sooty mould that grows on it, and fixes the aphid exuviae making the fruits unmarketable (STRAND, 1994,

RONDON *et al.*, 2005, VALÉRIO *et al.*, 2004c, 2005).

Several aphid species are reported for the strawberry crop, namely, *Pentatrichopus fragaefolii* (T.D.A. Cockerell) (SHANKS, 1970, STRAND, 1994, RONDON, 2004, VALÉRIO *et al.*, 2004a, 2004b, 2004c, 2005), *Myzus persicae* Sulzer (STRAND, 1994), *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas) (STRAND, 1994, VALÉ-

RIO *et al.*, 2004a, 2004b, 2004c, 2005), *Aphis ruborum* (Börner) (VALÉRIO *et al.*, 2004a, 2004b, 2004c, 2005). However, in protected crops, *Aphis gossypii* Glover has been mentioned as the most important (RONDON *et al.*, 2003, 2005, VALÉRIO *et al.*, 2004a, 2004c, 2005).

The key for successful management of insects in strawberries is the detection of potentially damaging populations before they reach harmful levels (STRAND, 1994). It is important to understand the life cycle and behaviour of insect pests in order to develop an effective control strategy (GREER *et al.*, 1999; DUFOUR, 2001). Although several control methods are available when economic thresholds are reached, chemical control can be costly both for farmers, public health and environment, particularly in terms of negative effects on beneficial organisms (ILHARCO, 1992; ZHANG, 2000; ÖSTMAN, 2001). For this reason, control methods like cultural control and biological control are being preferentially used. RONDON (2003) reports that adequate sanitation, elimination of crop residues, detection of early infestations of pests and releases of beneficial organisms, can be sufficient to keep pest populations below the economic threshold level on strawberry crops.

Strawberry crops in greenhouse environments provide favourable conditions for introduction of beneficial organisms (CROSS, 2001). Nevertheless, proper identification of aphid species is very important and must be done before a control programme using beneficial organisms is initiated (GREER, 2000; VALÉRIO *et al.*, 2004c). Precautions for minimizing the non-target effects of biological control, namely the extinguishing of native species, the unbalance of ecosystems and other effects, are very important and must be taken into account (SIMBERLOFF, 1996; FOLLETT *et al.* ed., 2000; BARRATT, 2003; LOUDA, 2003).

Predators are the most suitable tools for controlling the very dense colonies, characteristic of *A. gossypii*, the aphid target (RAMAKERS, 1989). In this work we selected

coccinellids to be released because of its proven efficiency in controlling high levels of aphids in various crops (FERRARI, 1994, OBRYCKI, 1998; TRILTSCH, 1999; MINORETTI, 2000, EVANS, 2003), including the strawberry crop (VALÉRIO, 2004a).

Two coccinellids were introduced to control aphid populations in greenhouses. One of them was *Harmonia axyridis* (Pallas) and besides its non target impacts frequently mentioned (KOCH, 2003, OSAWA, 2003, KURODA, 2003 FERNANDES, 2005), it has a greater suppressive effect on the density of *A. gossypii* (KURODA, 2003, RONDON, 2005) and of other aphids in strawberry crops (KOCH, 2003). Moreover, its acquirement has been easy due to its availability on commercial suppliers. *Coccinella septempunctata* L. was selected, especially due to its availability near the protected strawberry crops, on potato crops and in shrubs and hedges that can serve as hibernation places and local food supply, when other crops are not available.

In order to define a protected control programme for aphids, the population dynamics of aphids and natural enemies were studied on strawberry greenhouses. This study also provides a basis for developing a biological control programme for aphids, especially *A. gossypii*, in protected strawberry crop.

MATERIALS AND METHODS

The assays were conducted, during the years 2002/2003 and 2003/2004, on protected strawberry crops, in the west region of Portugal.

Two greenhouses were sampled every year and submitted to Integrated Pest Management. Cultural control, by periodical removal of old leaves (Table 1), and biological control were adopted to control aphid populations. Each year, a release of predators (coccinellids) was made in one of the greenhouses and, in the other, natural control of aphid population was used without any release of beneficial organisms. No insecticide was used.

Table 1. Dates of periodical removal of old leaves in strawberry protected crop.

Year /Month	2002/2003		2003/2004	
	Greenhouse 1	Greenhouse 2	Greenhouse 1	Greenhouse 2
September			30	30
October	18	20, 29	17	
November	05, 19	13, 22	08	08
December	10	27	27	
January		20*	08	15
February	05, 08*			
March			01, 25*	01, 25*

* Every week after the date

Aphid sampling was made weekly since the beginning on twenty strawberry plants randomly chosen in each greenhouse. When the conditions were favourable to the development of aphid populations, the frequency of sampling was intensified.

Sampling aphids and beneficial organisms in protected strawberry crops

Every week, twenty trifoliolate leaves and ten flowers or fruits were collected. Samples were analysed in laboratory. Aphid species and parasitized aphids (mummies) were quantified and identified.

Monitoring predators in protected strawberry crops

The predatory activity was monitored on twenty plants by visual observation. The whole aerial part of the strawberry plant was observed and the presence of larvae, pupae, adult stages of predators (anthocorids, cecidomyiids, coccinellids, chrysopids, spiders and syrphids) were registered.

Introduction of beneficial organisms

To control *A. gossypii* populations in flowers and fruits, two predators (coccinellids) were introduced: *Harmonia axyridis* (Pallas), in 2002/2003 and *Coccinella septempunctata* L. in 2003/2004.

H. axyridis was acquired in a biological control supplier and *C. septempunctata* was captured in potato crops near the greenhouses.

RESULTS AND DISCUSSION

Biodiversity of aphid species and natural enemies

During the assays, five aphid species were identified: *Aphis craccivora* Koch, *Aphis gossypii* Glover, *Aphis ruborum* (Börner), *Aulacorthum solani* (Kaltenbach) and *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas). The aphid species that reached the economic threshold were *Aphis gossypii* Glover and *Aphis ruborum* (Börner). *A. gossypii* was the dominant species and reached higher population levels than the other species, being the observation of its presence always higher than 70% (Figure 1). *M. euphorbiae* was only observed in the first year (3%) (Figure 1). *A. craccivora* and *A. solani* were rarely observed being present in less than 1% of the observations.

Primary parasitism by the families Aphidiidae and Aphelinidae and parasitism by entomopathogenic fungi were observed. *A. ruborum* was the most susceptible to entomopathogenic fungi. Indigenous predator activity by anthocorids, cecidomyiids, coccinellids, chrysopids, spiders and syrphids were frequently observed, and was important to control aphid populations.

Population dynamics of aphids and beneficial organisms

During the assays conducted in 2002/2003 and 2003/2004, aphid populations, especially *A. gossypii*, reached high

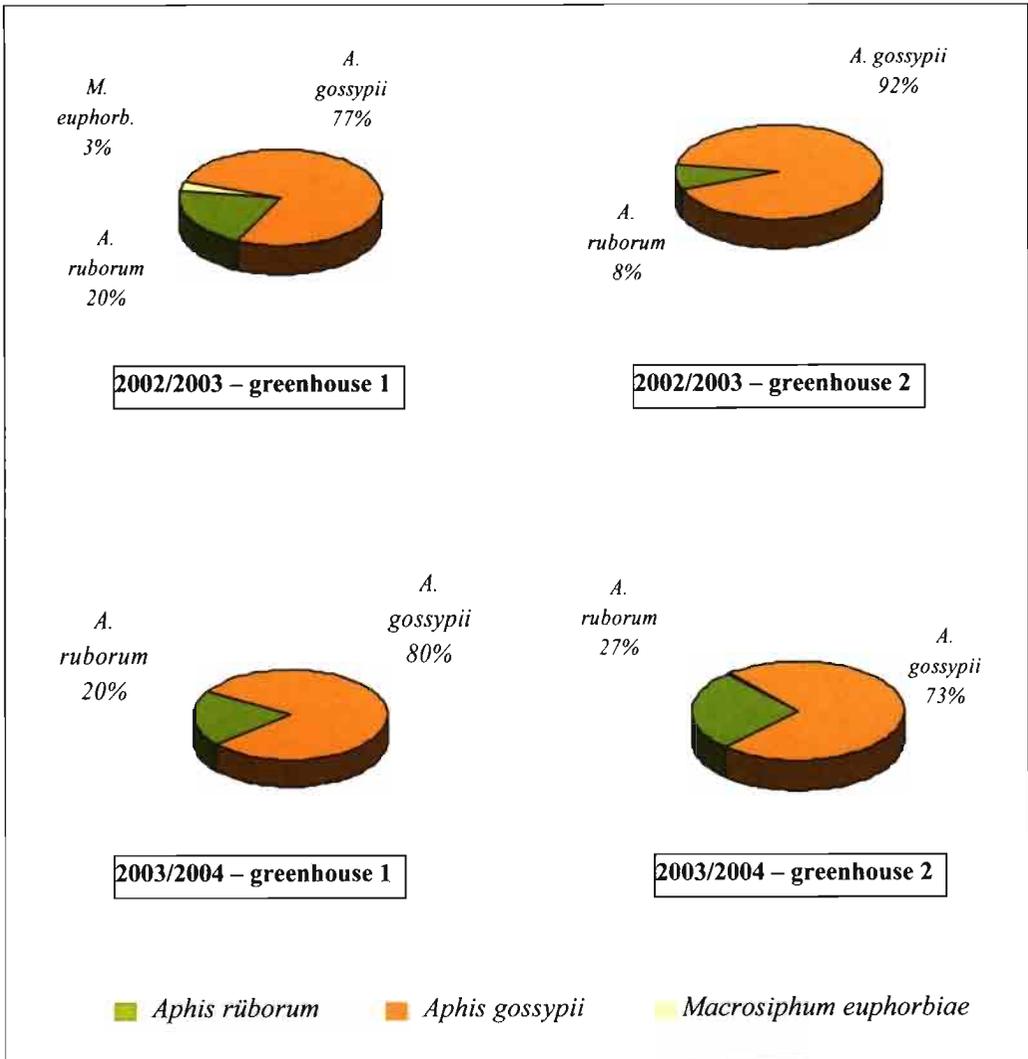


Figure 1. Percentage of aphid species observed on strawberry plants in the greenhouses. Samples were collected weekly, since the beginning.

levels. The parasitoid activity was low but indigenous predators were frequently observed, controlling this aphid species during the strawberry crop development. On the other hand, the periodic removal of old leaves can contribute to reduce aphid population levels (Figures 2, 3, 4 and 5).

In the greenhouse 1 (2002/2003) variation of the aphid population levels occurred and

was associated to the presence of predators (cecidiomyiids and spiders) together with the removal of old leaves (Figure 2).

In early February, aphid populations reached high levels on the leaves and an increase of *A. gossypii* colonies was observed in flowers and fruits. This fact justified a release of coccinellid *H. axyridis* (8 Feb.) to prevent production losses. *H. axyridis* had a

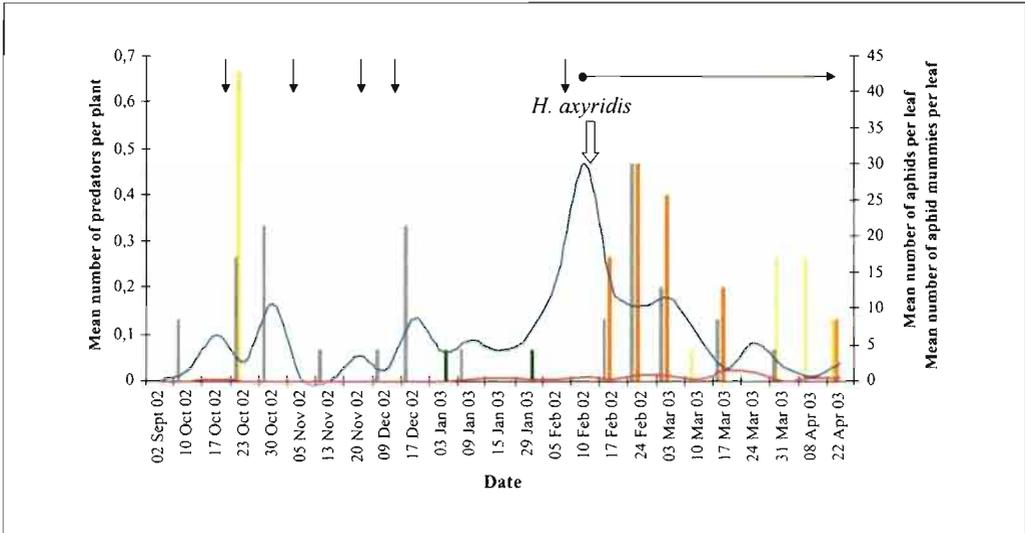


Figure 2. Greenhouse 1. Mean number of predators per plant, mean number of aphids and aphid mummies per leaf during 2002/2003. The arrow indicates the *Harmonia axyridis* release.

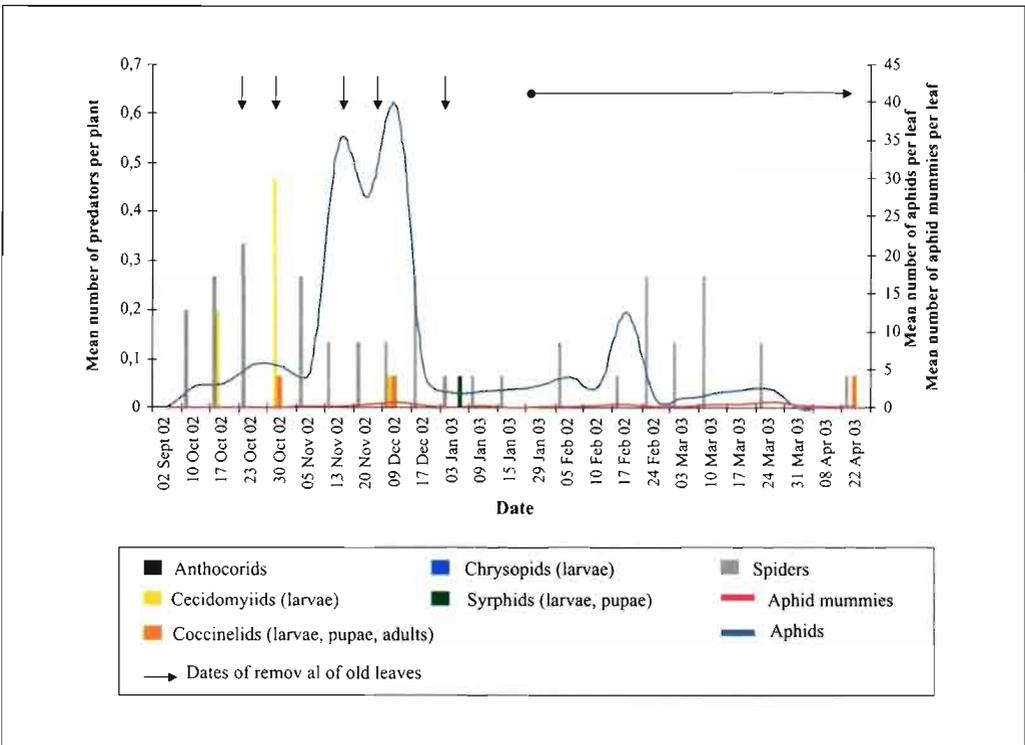


Figure 3. Greenhouse 2. Mean number of predators per plant, mean number of aphids and aphid mummies per leaf during 2002/2003.

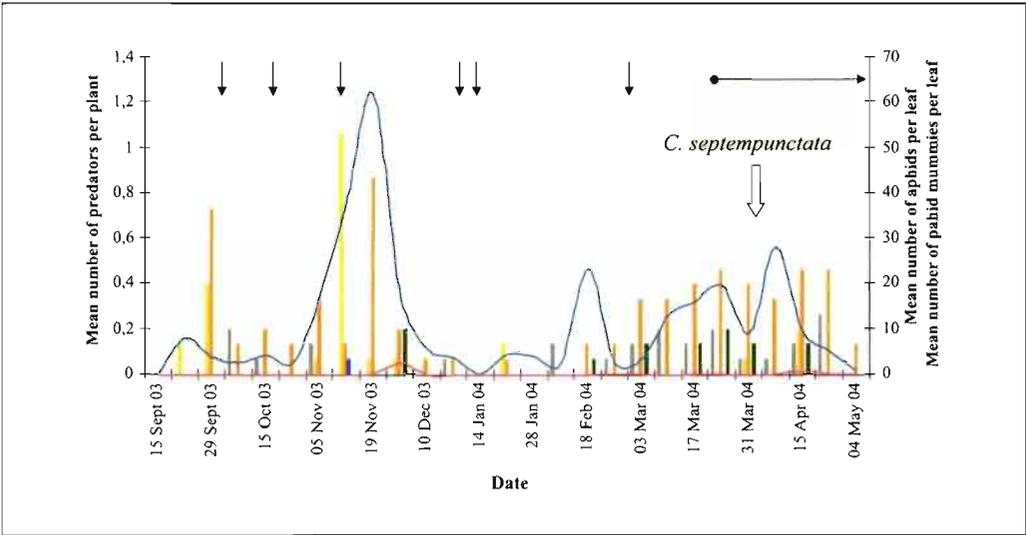


Figure 4. Greenhouse 1. Mean number of predators per plant, mean number of aphids and aphid mummies per leaf during 2003/2004. The arrow indicates the release of *Coccinella septempunctata*.

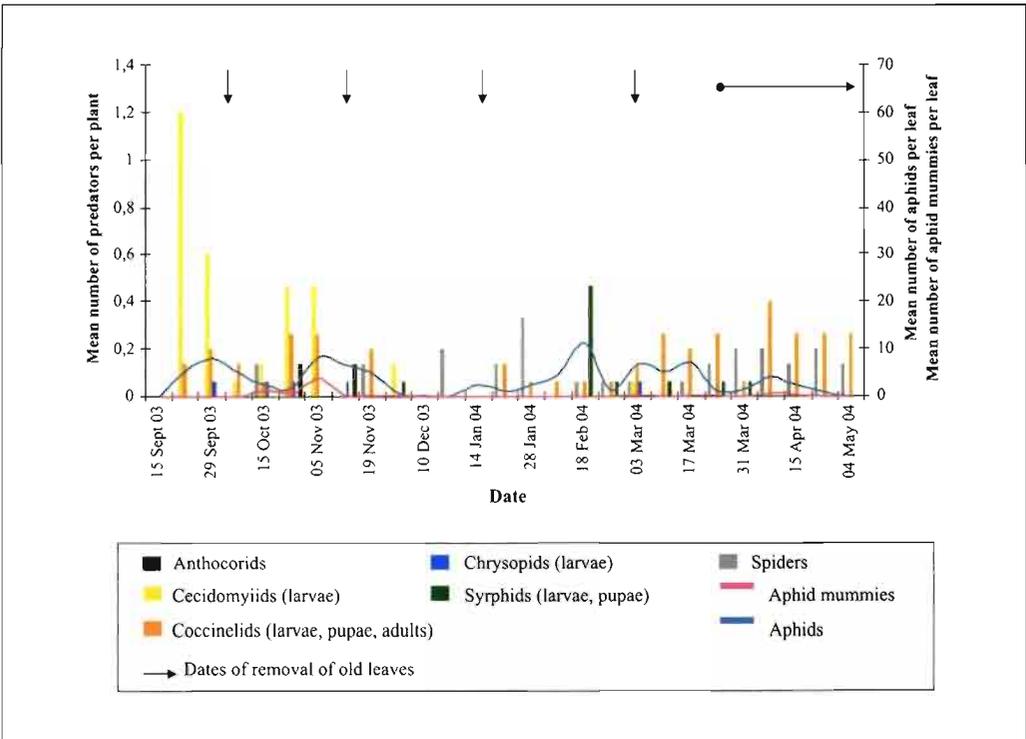


Figure 5. Greenhouse 2. Mean number of predators per plant, mean number of aphids and aphid mummies per leaf during 2003/2004.

good adaptation to the greenhouse conditions, which contributed for the *A. gossypii* population decrease (Figure 2). On the other hand, this predator didn't remain in the agro system as verified by KURODA, 2003, who mentions the escape from the greenhouse, natural mortality of larvae, cannibalism and other factors, as possible reasons for that fact.

In the second greenhouse (Figure 3), even with the cecidomyiids and spiders presence, and the cultural control practice, we couldn't prevent an *A. gossypii* population peak when the first flowers appeared. This peak, however, didn't become a concern because, at that time, crop production was reduced and not appropriate for marketing. In December the aphid population was reduced and kept at low levels during all the crop development.

In the second cultural period (2003/2004), high aphid population levels were reached in November, at early blooming (greenhouse 1). However, predator activity, especially cecidomyiids and coccinellids, contributed to the aphid population decrease (Figure 4).

The natural enemies kept active control of the aphid populations during the first stage of the plant development. However, they couldn't prevent the aphid population increase in flowers and fruits at early April, when the crop was in full production. Releases of a coccinellid (*C. septempunctata*) were made (6 Apr.) to reduce aphid populations and avoid production losses. When the following crop in the same greenhouse was observed, the presence of this coccinellid was registered again, suggesting that this predator has been maintained in the ecosystem probably due to the presence of hibernation places and local food supplies near the greenhouses.

In the greenhouse 2 (Figure 5) natural control and the removal of old leaves kept aphid populations at acceptable levels.

CONCLUSIONS

In protected strawberry crops, the aphid *Aphis gossypii* Glover is one of the most important pests and can cause high losses in crop production. The high density of aphid populations that can develop on flowers and fruits and the honeydew production, induces the appearance of sooty mould that grows on them and fixes the aphid exuviae making the fruits unmarketable.

The natural enemies' activity, especially predators, and the cultural control, by removing old leaves, can contribute to maintain aphid populations at low levels. However, when *A. gossypii* populations increase on flowers and fruits, predator releases should be made to prevent fruit production losses.

We recommend releases with indigenous predators or predators captured near the crop, when they are available, because of the success in adaptation and maintenance on the ecosystem.

ACKNOWLEDGEMENTS

This study was supported by the national research project PO AGRO DE&D n° 193: "Tecnologias de produção integrada no morangueiro visando a expansão da cultura e a reconquista do mercado" and also FCT (Fundação para a Ciência e a Tecnologia). We want to thank to Dr. J. Constantino Sequeira for the critical revision of the manuscript.

RESUMEN

VALÉRIO E., A. CECILIO, A. MEXIA. 2007. Dinámica de las poblaciones de áfidos (Homoptera: Aphididae) y organismos beneficiosos en cultivos protegidos de fresa. *Bol. San. Veg. Plagas*, 33: 153-161.

En cultivo protegido de la fresa, los áfidos son una de las plagas más importantes y pueden causar pérdidas serias en la producción. El conocimiento de la dinámica de la población de áfidos y enemigos naturales es muy útil para reducir el daño.

En este estudio, los ensayos fueron realizados durante los años 2002/2003 y 2003/2004, en la región del oeste de Portugal y dos invernaderos por año fueron muestreados. El cultivo protegido de la fresa fue sometida a un programa de producción integrada. El control biológico y el control cultural fueron favorecidos para permitir las interacciones entre las poblaciones de áfidos y los enemigos naturales. Las introducciones de los depredadores (coccinélidos) fueron hechos en uno de los invernaderos estudiados por año. Los áfidos y los enemigos naturales fueron semanalmente cuantificados e identificados.

Las especies de pulgón que alcanzaron el umbral económico fueran *Aphis gossypii* Glover y *Aphis ruborum* (Börner). *A. gossypii* alcanzó los niveles poblacionales más elevados por encima del 70 %. En lo referente a otras especies; *Aphis Craccivora* Koch, *Aulacorthum solani* (Kaltenbach) y *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas) también fueran identificados.

El parasitismo primario de las familias Aphidiidae y Aphelinidae fue observado, y también el parasitismo de hongos entomopatógenos. Sin embargo, la actividad depredadora (antocóridos, cecidómidos, coccinélidos, crisópidos, arañas y sírfidos) fueran más eficientes en control de las poblaciones de áfidos.

Las poblaciones de áfidos alcanzaron niveles elevados en los dos años de observación, especialmente *A. gossypii*. Los organismos beneficiosos combinados con el manejo cultural (retirada periódica de hojas viejas) han contribuido a reducir las poblaciones de la plaga, pero, no fueron suficientes para disminuir a niveles de daños satisfactorios en las fruteras. Las introducciones de depredadores estuvieron justificadas.

Palabras clave: Áfidos, organismos beneficiosos, control biológico, control cultural, invernadero, fresa.

REFERENCES

- BARRATT, B. I. P., PHILLIPS, C. B., FERGUSON C. M., GOLDSON S. L. 2003. Predicting non-target impacts of parasitoids: where to go from here? USDA Forest Service-FHTET Publication. 1st International Symposium on Biological Control of Arthropods: 378-386, January. Honolulu, Hawaii, USA.
- DUFOUR, R. 2001. Biointensive integrated pest management (IPM). Fundamentals of sustainable agriculture. ATTRA, 1-52.
- EVANS, E. W. 2003. Searching and reproductive behaviour of female aphidophagous ladybirds (Coleoptera: Coccinellidae): a review. *Eur. J. Entomol.*, **100**: 1-10.
- FOLLETT, P. A., DUAN, J. J. (Eds.). 2000. Nontarget effects of biological control. Kluwer Academic Publishers. Boston/Dordrecht/London. 316 pp.
- GREER, L. 2000. Greenhouse IPM: sustainable aphid control. Pest Management Technical Note. ATTRA, 1-12.
- GREER, L., DIVER, S. 1999. Integrated pest management for greenhouses crops. Pest management systems guide. ATTRA, 1-34.
- ILHARCO, F. A. 1992. Equilíbrio Biológico de áfidos. Fundação Calouste Gulbenkian, 303 pp, Lisboa.
- LOUDA, S. M., PEMBERTON R. W., JOHNSON, M. T., FOLLETT, P. A. 2002. Nontarget effects—the Achilles' heel of biological control? Retrospective analyses to reduce risk associated with biocontrol introductions. *Annu. Rev. Entomol.*, **48**: 365-396.
- MELLINGER, H. C., BOTTENBERG, H. 2000. Commercial implementation of biointensive IPM in pepper production systems. SBIR phase II final report. 34 pp.
- MINORETTI, N., WEISSER, W. W. 2000. The impact of individual ladybirds (*Coccinella septempunctata*, Coleoptera: Coccinellidae) on aphid colonies. *Eur. J. Entomol.*, **97**: 475-479.
- OBRYCKI, J. J., KRING, T. J. 1998. Predaceous coccinellidae in biological control. *Annu. Rev. Entomol.*, **43**: 295-321.
- ÖSTMAN, Ö., EKBOM, B., BENGSSON, J. 2001. Landscape heterogeneity and farming practice influence biological control. *Basic Appl. Ecol.*, **2**: 365-371.
- SIMBERLOFF, D., STILING, P. 1996. Risks of species introduced for biological control. *Biol. Conservation*, **78**: 185-192.
- TRILTSCH, H. 1999. Food remains in the guts of *Coccinella septempunctata* (Coleoptera: Coccinellidae) adults and larvae. *Eur. J. Entomol.*, **96**: 355-364.
- VALÉRIO, E., CECÍLIO, A., ANDRADE, C., ILHARCO, F. A. & PALHA, G. 2004a. A cultura de morangueiro em sistema de semi-forçagem: limitação de pragas de áfidos, numa perspectiva de Protecção Integrada. *II Colóquio Nacional da Produção de Morangos e Outros Pequenos Frutos. Actas Assoc. Port. Horticultura*, 77-83.
- VALÉRIO, E., CECÍLIO, A., ANDRADE, C., ILHARCO, F. A. & PALHA, G. 2004b. A protecção contra pragas de áfidos da cultura de morangueiro de ar livre em dois sistemas de protecção: Luta química e Protecção Integrada. *II Colóquio Nacional da Produção de Morangos e Outros Pequenos Frutos. Actas Assoc. Port. Horticultura*, 95-100.
- VALÉRIO, E., CECÍLIO, A. & MEXIA, A. 2004c. Procedimientos para el muestreo de poblaciones de áfidos y sus enemigos naturales en el cultivo de la fresa. *Phytoma - 15º Symposium Internacional Phytoma - Evolución del riesgo de plagas y enfermedades, el muestreo como herramienta esencial en la protección integrada*, 163-164.

VALÉRIO, E. & CECÍLIO, A. 2005. Protecção fitossanitária no âmbito da protecção integrada, Pragas, Afídeos (Piolhos). *Manual do Morangueiro*, projecto PO AGRO DE&D 193, INIAP/EAN. 35-43.

ZHANG, R., LIANG, H., TIAN, C., ZHANG, G. 2000. Biological mechanism of controlling cotton aphid

(Homoptera: aphididae) by the marginal alfalfa zone surrounding cotton field. *Chinese Science Bull.*, **45** (4): 355-357.

(Recepción: 18 enero 2006)

(Aceptación: 3 mayo 2007)

Abundancia y distribución de los huevos de las principales especies de lepidópteros noctuidos plagas en el cultivo de soja en Tucumán, Argentina

L. VALVERDE

Se evaluó la abundancia y distribución de los huevos de las tres principales especies de lepidópteros noctuidos: *Anticarsia gemmatalis* Hübner (Catocalinae), *Rachiplusia nu* (Guenée) y *Chrysodeixis includens* (Walker) (Plusiinae) presentes en cultivos de soja en provincia de Tucumán (Argentina). En cada muestreo semanal, realizado en las campañas agrícolas 2003 y 2004, se revisaron 240 folíolos. En la campaña 2004 se encontró un número mayor de huevos de *Rachiplusia nu* que en la anterior. Los huevos fueron más abundantes en el estrato medio de las plantas y en el borde del envés del foliolo.

L. VALVERDE. Fundación Miguel Lillo. Instituto de Entomología. Miguel Lillo 251. (4.000) San Miguel de Tucumán, Argentina. E-mail: lvalverde@hotmail.com.

Palabras clave: *Anticarsia gemmatalis*, *Rachiplusia nu*, *Chrysodeixis includens*.

INTRODUCCIÓN

El cultivo de soja tiene una marcada importancia socioeconómica a nivel regional y nacional, debido principalmente a su alto valor de mercado a nivel internacional; estas circunstancias han llevado a los productores a un masivo vuelco hacia su producción convirtiéndose, en ciertas regiones del norte argentino, en un monocultivo con hasta dos cosechas anuales. En la actualidad, Argentina es el tercer productor mundial de soja, con una superficie sembrada de aproximadamente a 14 millones de hectáreas y una producción media anual de 35 millones de toneladas.

En la provincia de Tucumán el cultivo de soja se implantó a mediados de los años 60, pero desde principios de los 80 la superficie sembrada aumentó significativamente, pasando a ser el cultivo de granos más extensamente sembrado en la llanura tucumana;

en la última década la superficie cultivada de soja ha aumentado desde 85.000 (FRÍAS *et al.*, 1991-93) hasta 226.400 ha (DEVANI *et al.*, 2003). Asimismo y durante este período, las prácticas agrícolas implementadas por los productores han cambiado, no solo por la aparición de nuevos cultivares (algunos de ellos genéticamente modificados) sino también por el cambio ocurrido en el laboreo de la tierra con la implementación, ampliamente extendida, de la siembra directa.

En las áreas productoras subtropicales de América del sur, son varias las especies de lepidópteros defoliadores que atacan al cultivo, entre ellas se destacan la "oruga de las leguminosas" *Anticarsia gemmatalis* (Hübner) (Noctuidae, Catocalinae), considerada la plaga principal del cultivo y las "falsas orugas medidoras" *Rachiplusia nu* (Guenée) y *Chrysodeixis includens* (Walker) (Noctuidae, Plusiinae) (FERREIRA y PANIZZI, 1978; LAZARO *et al.*, 1989).

Las plagas que afectan al cultivo de soja en la provincia de Tucumán han sido estudiadas por varios autores como NASCA *et al.* (1985), NASCA y LAZARO (1991) y LAZARO *et al.* (1989, 1990). Hace varios años NASCA y SAENZ (1995) estudiaron la ubicación de las posturas en las plantas del soja, pero con condiciones del cultivo bastantes diferentes a las actuales. Es por ello que el objetivo de este trabajo fue evaluar la abundancia y distribución de los huevos de las tres principales especies de lepidópteros plagas en la situación actual del cultivo de soja en la provincia de Tucumán. La importancia de conocer la abundancia y distribución de los huevos de lepidópteros plagas se debe a que se ha detectado que sus principales enemigos naturales son fundamentalmente los parasitoides oófagos (VALVERDE, 2003).

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizaron muestreos semanales desde febrero a mayo del 2003 y de enero a abril del 2004, en un cultivo comercial implantado en El Bracho (26° 59' S y 65° 11' O, Dept. Cruz Alta); esta región se caracteriza por una intensa actividad agronómica, destacándose el cultivo de caña de azúcar a lo largo de todo el año y cultivos estacionales como trigo en invierno, y soja y maíz durante el verano. En relación al uso de insecticidas, los más utilizados son el clorpirifos (organofosforado) y cipermetrina (piretroide). La parcela bajo estudio, de aproximadamente 2 hectáreas, recibió las prácticas agronómicas convencionales para la región, siembra directa de la semilla, y 2 a 3 aplicaciones de insecticidas por año.

En el área indicada se determinaron cuatro puntos de muestreos, separados por una distancia de aproximadamente 22 metros, a lo largo de una transecta diagonal; el primero de ellos ubicado a menos de dos metros del borde del cultivo y el último en el centro de la parcela. En cada fecha de muestreo se colectaban en cada uno de los puntos, seis folíolos de diez plantas, elegidas al azar, estos eran trasladados en bolsas de papel al

laboratorio para su posterior revisión con microscopio estereoscópico.

Durante la campaña 2004, los huevos encontrados se clasificaron de acuerdo al punto de muestreo (1-4), a la localización relativa en la planta (estrato superior (A) estrato medio (B) e inferior (C)) y a su ubicación en el folíolo (haz o envés y borde o centro). El número y ubicación de los huevos de cada una de las especie se registraron en planillas.

Los huevos fueron separados de los folíolos, aclarados durante 20 minutos con lacto fenol, y montados entre porta y cubreobjetos para su observación. La identificación de los huevos se realizó según la estructura y el diseño del área micropilar del córion, consultando los trabajos de PETERSON (1964), ANGULO y WEIGERT (1975), WEIGERT y ANGULO (1977), GREGORY y BARFIELD (1989), ANGULO y OLIVARES (1991). Los datos obtenidos se analizaron por el test de Tukey para la separación de medias con un nivel de 0,05 de significación. Se utilizó el programa de Infostat profesional 2005 d1.

Este trabajo se realizó en los laboratorios del Instituto de Entomología de la Fundación Miguel Lillo, Tucumán y los especímenes de referencia se depositaron en la colección del mismo Instituto.

RESULTADOS

El porcentaje de huevos encontrados de cada una de las especies de lepidópteros presentes en el cultivo fue diferente en las dos campañas. En la campaña 2003 hubo un alto porcentaje de huevos de *A. gemmatalis* con relación a las otras dos especies (*R. nu.*, *C. includens*), mientras que en la campaña 2004, se observó un aumento en el porcentaje de huevos de *R. nu.*, alcanzando valores superiores a los de la plaga principal *A. gemmatalis* (Fig.1).

Si se considera el porcentaje de huevos de las tres especies a lo largo del desarrollo del cultivo, en la campaña 2003 (Fig. 2) los huevos de las Plusiinae fueron más abun-

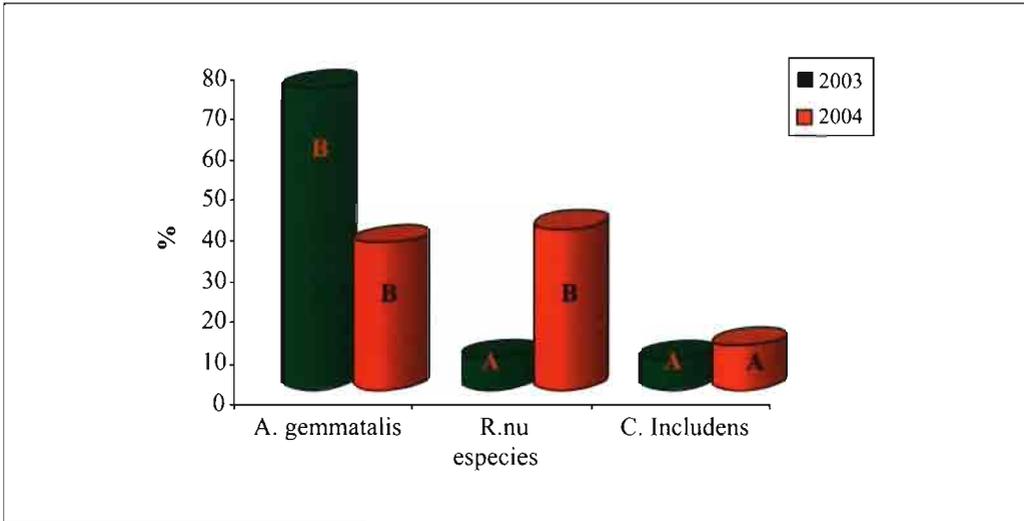


Figura 1. Porcentaje de huevos de lepidópteros plagas en un cultivo de soja en las campañas agrícola 2003 y 2004. Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$).

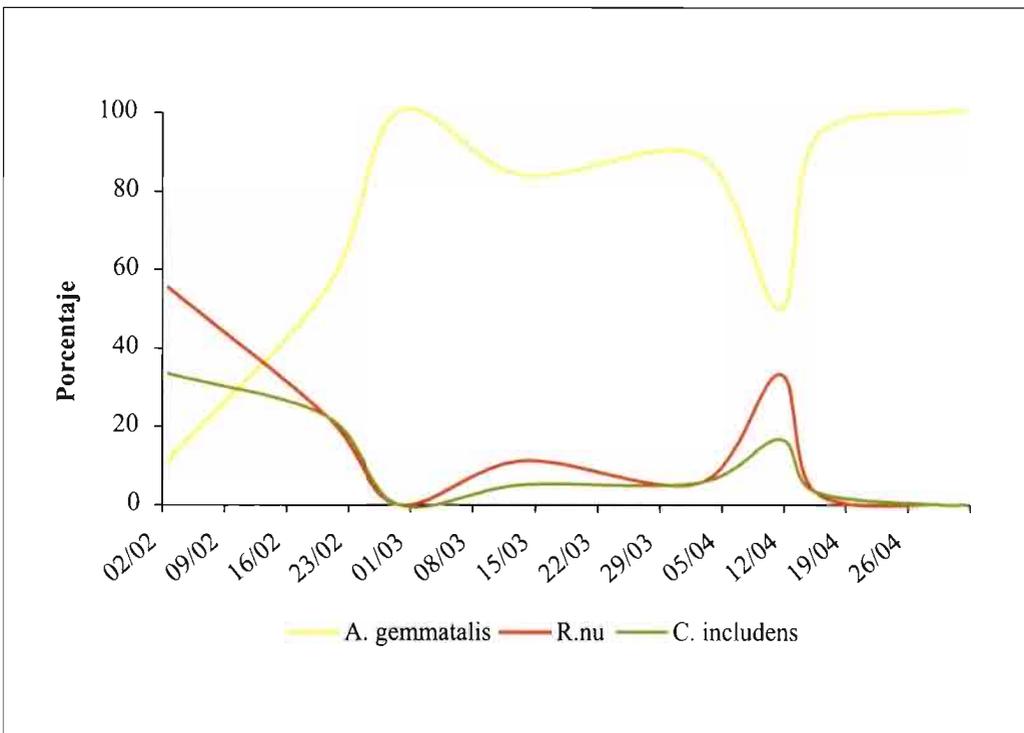


Figura 2. Composición porcentual de huevos de lepidópteros en un cultivo de soja en el transcurso de la campaña 2003.

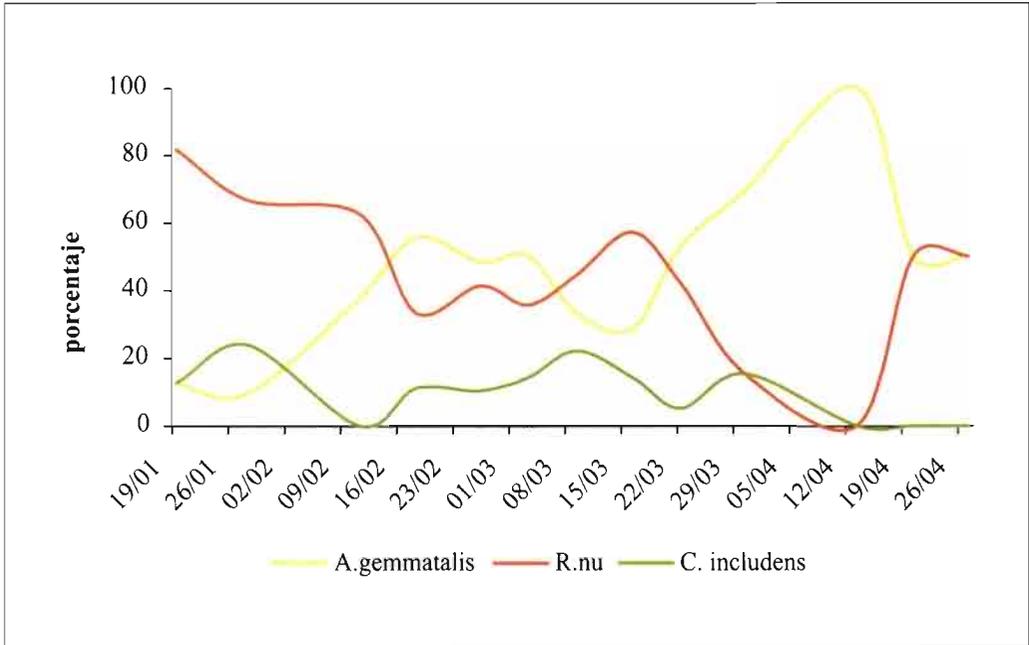


Figura 3. Composición porcentual de huevos de lepidópteros en un cultivo de soja en el transcurso de la campaña 2004.

dantes en la primera etapa del mismo (fines de enero y principio de febrero) y a partir de allí disminuyeron, en coincidencia con el aumento de los huevos de *A. gemmatalis*; a comienzos de abril se observa un cambio transitorio de esta situación. En esta campaña se hicieron dos aplicaciones con el insecticida cipermetrina (29 de marzo y 15 de abril).

En la campaña 2004 (Fig. 3) también se observó en la primera etapa del cultivo un mayor porcentaje de huevos de Plusiinae, pero hubo una gran diferencia entre las dos especies de esta familia, el porcentaje de huevos de *R. nu* fue mucho mayor y disminuyó progresivamente mientras que los huevos de *A. gemmatalis* fueron aumentando hasta alcanzar los valores máximos en las últimas fechas muestreadas. Es importante destacar que en el área estudiada se hicieron 3 aplicaciones de insecticidas cipermetrina (26 de enero, 24 de febrero y 22 de marzo).

Distribución de las posturas en el cultivo.

En relación al número de huevos encontrados en cada punto de muestreo, se registró una densidad media de 0,07 en el borde del cultivo (punto 1); 0,06 en el punto 2; 0,05 en el punto 3 y 0,05 en el centro del cultivo (punto 4), no existieron diferencias estadísticamente significativas en este parámetro (Tukey Alfa:=0,05 DMS:= 0,1044. Error: 0,0547)

Ubicación de los huevos en la planta

Si se toman en conjunto las tres especies de lepidópteros involucradas en esta contribución, se registró una densidad media de 0,05 (A) en el estrato superior de la planta, 0,08 (B) en el estrato medio y 0,05 (A) en el inferior. Estadísticamente el estrato medio tiene una mayor densidad media de huevos (Tukey Alfa:=0,05 DMS:= 0,02684. Error: 0,058 .Letras distintas indican diferencias significativas).

Si consideramos la distribución de los huevos en los folíolos, la densidad media fue

de 0,01(A) en la zona central del haz, 0,01 (A) en el borde del haz, 0,01 (A) en el centro del envés y 0,03 (B) en el borde del envés, mostrando este último diferencias estadísticamente significativas (Tukey Alfa:=0,05 DMS:=0,00771. Error: 0,0114 Letras distintas indican diferencias significativas).

DISCUSIÓN

En estudios realizados en las campañas 1984/ 85 y 1985/86 por LAZARO *et al.* (1990) concluyeron que *A. gemmatalis* era la oruga desfoliadora, que alcanzaba los niveles de población más elevados, superiores a los de las Plusiinae (*R. nu* y *C. includens* juntas). Según estos autores la mayor densidad de huevos de *A. gemmatalis* ocurrió, en todos los casos, en fechas posteriores a la de las otras dos especies. En la campaña 2003 la situación fue igual a la encontrada por estos autores, sin embargo en la campaña 2004 se encontró un porcentaje de huevos de *R. nu* igual o superior al de la plaga principal, pero en concordancia con lo indicado por LAZARO *et al.* (op. cit.), la mayor densidad de *A. gemmatalis* se dio en fechas posteriores a la de las Plusiinae.

Según NASCA y SAENZ (1995) existen diferencia en la distribución de los huevos en las distintas etapas del cultivo. Según ellos, al comienzo del periodo vegetativo los huevos se localizaron principalmente en el tercio superior de la planta; en el periodo de floración fueron más abundantes en el estrato medio y en la etapa final del cultivo en el estrato inferior. En la campaña 2004, el 48%

del total de huevos se encontró en el estrato medio de la planta, con excepción de los dos primeros muestreos que se localizaron prácticamente en forma pareja en los tres estratos de la planta (superior, medio e inferior).

Con relación a la distribución de los huevos en las hojas, NASCA y SAENZ (op. cit.) observaron que fluctuó a lo largo del ciclo del cultivo. En nuestro estudio hubo un notable predominio en el porcentaje de huevos en el borde del envés (71,8 a 80%) prácticamente en todo el periodo del cultivo con excepción de los dos últimos muestreos donde hubo un porcentaje similar en el haz y en el envés.

CONCLUSIONES

En base a este estudio se puede concluir que:

Entre las dos campañas agrícolas estudiadas hubo diferencias en la abundancia de los huevos de *Anticarsia gemmatalis* y *Rachiplusia nu*, registrándose en la campañas 2004 un aumento en el porcentaje de huevos de *R. nu*, alcanzando valores similares a la plaga clave *A. gemmatalis*.

Estadísticamente no hubo diferencia significativa en la densidad media de huevos encontrados en los cuatro puntos de muestreos.

Se observaron diferencias estadísticamente significativas en la densidad media de huevos a nivel del estrato medio de la planta y en el borde del envés de los foliolos.

AGRADECIMIENTOS

En la realización de este trabajo he contado con la inestimable colaboración del Dr. Eduardo Virla.

ABSTRACT

VALVERDE L. 2007. Abundance and distribution of eggs of Noctuidae (Lepidoptera) pests of soybean crops in Tucumán. *Bol. San. Veg. Plagas*, 33: 163-168.

It has been evaluated the presence and eggs distribution of the three main species of Noctuidae: *Anticarsia gemmatalis* Hübner (Catocalinae), *Rachiplusia nu* (Guenée) and *Chrysodeixis includens* (Walker) (Plusiinae) in soybean crops of Tucumán province, Argentina. Samples of 240 leaflet each, were observed in 2003 and 2004. Percentage of *Rachiplusia nu* eggs was higher in 2004. Eggs were more abundant in the medium stratum of the plants and in edge of lower surface of the leaflet.

Key words: *Anticarsia gemmatalis*- *Rachiplusia nu* – *Chrysodeixis includens*.

REFERENCIAS

- ANGULO, A. O., WEIGERT, G.T.H. 1975. Estados inmaduros de lepidópteros Noctuidos de importancia económica en Chile y claves para su determinación. Soc. de Biol. Concepción, Publ. esp. N° 1: 153 pp.
- ANGULO, A., OLIVARES, T. 1991. Microestructura del exocorion en huevos de algunas especies de noctuidos (Lepidoptera: Glossata: Noctuidae). *Ans. Ins. Pat. Ser. Cs., Nats, Punta Arenas (Chile)*, **20** (1): 95-100.
- DEVANI, M., LEDESMA, F., LENIS, J. M., GANDUR, M. 2003. El cultivo de la soja en el Noroeste Argentino campaña 2002/2003. Estación Experimental Agroindustrial "Obispo Colombres" Publ. Esp. 23. 135 pp.
- FERREIRA, B. S. C., PANIZZI, A. R. 1978. Distribuição de ovos e lagartas de *Anticarsia gemmatalis* Hübner em plantas de soja. *An. Soc. Entomol. Brasil*, **7**: 54-59.
- FRIAS, E. A., OVRUSKI, S. M., POPICH, S. B. 1991-93. Parasitoides de huevos de lepidópteros noctuidos encontrados en cultivos de soja y su evaluación como agentes de control. *CIRPON. Rev. Invest*, **9**: 29-35
- GREGORY, B. M., BARFIELD, C. S. 1989. Guide to the identification of some lepidoptera eggs found on Florida soybean, *Glycine max* (L) Merr. Agricultural Experiment Station. Institute of Food and Agricultural Sciences. University of Florida, Gainesville. Monograph 15: 1-15.
- LAZARO, H. O., GLENCROSS, S. D., NASCA, A. J. 1989. Comportamiento de las poblaciones de los fitófagos más importantes asociados a cultivos de soja en la provincia de Tucumán, R. Argentina. Actas de la IV Conferencia Mundial de Investigación en soja. Buenos Aires, Argentina. 5-9 de marzo de 1989. III: 1546-1551.
- LÁZARO, H. O., GLENCROSS, S. D., NASCA, A. J., RICCI, J. G., ZAMORA, J. A., SOSA GÓMEZ, D. R., LÉMME, M. C., FERNÁNDEZ DE ARAÓZ, D. S., MORÁN LEMIR, A. H. 1990. Fluctuación de las poblaciones de las principales orugas desfoliadoras y chinches fitófagas en cultivos de soja de la provincia de Tucumán, R. Argentina. *Rev. Invest. CIRPON*, **VIII** (1-4): 7-22.
- NASCA, A. J., PERERA, J. G., LÁZARO, H. O., GLENCROSS, S. D., ZAMORA, J. A., RICCI, J. G., MORAN LEMIR, A. H., SOSA GÓMEZ, D. R., FERNÁNDEZ DE ARAÓZ, D. S., AMAYA DE LUNA, A. 1985. Estudios ecológicos orientados al control de plagas en soja. CIRPON. Informe técnico de la campaña 1984/85. 1-90.
- NASCA, A. J., LAZARO, H. O. 1991. Manejo integrado de plagas de soja en el Noroeste Argentino. *CIRPON, Rev. Invest.*, **9** (1-4):77-89.
- NASCA, A. J., SAÉNZ, J. A. 1995. Ubicación de las posturas de lepidópteros en la planta de soja *Glycine max* (L.). III Congreso Argentino de Entomología. Mendoza. Pág. 136.
- PETERSON, A. 1964. Eggs types among moths of the noctuidae (Lepidoptera). *Fla Entomol.*, **47**: 71-91.
- VALVERDE, 2003. Importante presencia de parasitoides oófagos de lepidópteros plagas de soja en Tucumán Argentina. *Acta zoológica lilloana*, **47**(1-2): 137-141.
- WEIGERT, G.Th., ANGULO, A. O. 1977. Nuevos tipos de huevos en noctuidos chilenos (Lepidoptera: Noctuidae). *Soc. de Biol. Concepción*, **51** (1): 289- 298.

(Recepción: 6 noviembre 2006)

(Aceptación: 20 mayo 2007)

Cría en laboratorio de *Tetrastichus turionum* (Hymenoptera: Eulophidae), un parasitoide de crisálidas de *Rhyacionia buoliana* (Lepidoptera: Tortricidae)

A. HUERTA, F. ROBREDO, J. DIEZ, J. A. PAJARES

Se realizaron ensayos de cría en laboratorio de *Tetrastichus turionum* Hartig (Hymenoptera: Eulophidae), un parasitoide de crisálidas de *Rhyacionia buoliana* Den et Schiff (Lepidoptera: Tortricidae). Se estudió la longevidad de los adultos del parasitoide, su productividad, razón sexual, preferencias de oviposición y ruptura de la diapausa. La longevidad media de los machos pudo extenderse hasta 27 días y la de las hembras hasta 41 días cuando eran alimentados con pasas humedecidas y agua. La productividad media por hospedante resultó muy elevada, cerca de 42 individuos por crisálida, con una razón sexual favorable a las hembras (1: 2,6). El mantenimiento de condiciones controladas de primavera (fotoperiodo: 14:10 (luz: oscuridad), 23°/15°C) permitió la reproducción en ciclo corto o la ruptura del estado de diapausa. Los resultados confirmaron la idoneidad de *T. turionum* como parasitoide complementario de *Orgilus obscurator* Nees (Hymenoptera: Braconidae) para su introducción y aplicación en el control biológico de *R. buoliana* en Chile.

A. HUERTA. Departamento de Silvicultura, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Chile. Av. Santa Rosa 11.315. La Pintana. Casilla 9206-Santiago-Chile. E-mail: ahuerta@uchile.cl

F. ROBREDO. José Abascal, 46. 2°C. 28003- Madrid- España.

J. DIEZ, J. A. PAJARES. Departamento de Producción Vegetal y Recursos Forestales, Escuela Técnica Superior de Ingenierías Agrarias, Universidad de Valladolid. Av. de Madrid 44. E-34071, Palencia-España. E-mail: jdiez@pvs.uva.es, jpajares@pvs.uva.es

Palabras clave: preferencia de oviposición, longevidad, razón sexual, diapausa.

INTRODUCCIÓN

La polilla europea del brote del pino, *Rhyacionia buoliana* (Lepidoptera: Tortricidae) ha sido una plaga importante en Europa durante varios siglos (ARTHUR y JUILLET, 1961). Los daños son producidos por la oruga en las yemas y brotes, siendo muy característicos: disminución del crecimiento y deformaciones en las extremidades de las ramas (DAJOZ, 1980; ROMANYK y CADAHÍA, 2002).

En Norteamérica, *R. buoliana* se introdujo a principios del siglo pasado, convirtién-

dose en una plaga importante de las plantaciones de pino, y orientándose varios estudios hacia un control biológico efectivo (JUILLET, 1959; ARTHUR y JUILLET, 1961; SYME, 1970). Por tanto, el complejo de parasitoides de este tortricido ha sido ampliamente investigado y bien documentado (WATSON y ARTHUR, 1959; SYME, 1970).

En Chile, este insecto se ha convertido en la principal plaga de las repoblaciones de *Pinus radiata* D. Don, cuya superficie asciende en la actualidad a más de 1.400.000 ha (INFOR, 2001). Cuando se detectó la presencia de *R. buoliana* en 1985 se realizó una

selección de posibles entomófagos para ser introducidos en este país como parte de un programa de control biológico, el cual se concretó con la introducción de *Orgilus obscurator* (Hymenoptera: Braconidae) (LANFRANCO *et al.*, 1991). No obstante, la presencia de este parasitoide en Chile, la plaga ha colonizado todas las zonas productoras de pino insigne (ROJAS, 2005). Si bien la acción de *O. obscurator* en Chile sobre *R. buoliana* en las extensas masas de *P. radiata* constituye un ejemplo para el control biológico forestal de esta plaga (BALDINI *et al.*, 2005), no ha sido suficiente para combatirla en los distintos hábitats donde se ha ido desplazando hoy en día, específicamente en su zona más septentrional.

Por tanto comprometer el control biológico de *R. buoliana* a un único regulador, puede ser una medida arriesgada dado que difícilmente será capaz de actuar eficientemente a lo largo de todos los nichos ecológicos donde está presente esta plaga en Chile. En este sentido, según se ha demostrado en forma concluyente en varios programas de lucha biológica, si se importa y establece una segunda especie de parasitoide que ataque a un estado diferente del hospedante, su acción aumenta la eficacia de control (DEBACH, 1977).

Por otro lado, el complejo de parasitoides de *R. buoliana* de los últimos estados de desarrollo de la plaga se estudió en España. El análisis de las distintas características y comportamiento de cada parasitoide condujo a seleccionar al parasitoide de crisálidas *Tetrastichus turionum* (Hymenoptera: Eulophidae) como el candidato más promisorio debido a su alta habilidad de localización de los hospedantes, gran adaptabilidad ecológica, ausencia de cleptoparasitismo, alta sincronización con sus hospedantes, independencia de hospedantes alternativos y alta fecundidad. También se investigó sobre su ciclo de vida y conductas biológicas en asociación con *O. obscurator*, reforzándose sus habilidades como biocontrolador de crisálidas de la plaga (HUERTA *et al.*, 2002, HUERTA *et al.*, 2006).

Además de su capacidad en el control natural de las poblaciones de su hospedante, un enemigo natural candidato a ser introducido en un programa de control biológico clásico debe permitir su manipulación y ser criado en laboratorio en gran número con relativa facilidad. Se trata de un requisito fundamental para que pueda ser introducido en nuevos ambientes, mediante una o pocas sueltas masivas o mediante sueltas periódicas. En este marco, se realizaron una serie de ensayos con *T. turionum* encaminados a conocer la factibilidad de su cría en laboratorio con el propósito de fortalecer el programa de control biológico de *R. buoliana* abordado en Chile.

MATERIAL Y MÉTODOS

El material biológico fue obtenido de una serie de colectas periódicas en la época de primavera-verano de 1999 realizada en una repoblación joven de *Pinus pinea* L. (19 ha), fuertemente atacada por *R. buoliana*, ubicada en Tordesillas (Valladolid, España). Esta zona fue seleccionada por el amplio conocimiento del comportamiento de la plaga a través de otros estudios realizados en dicha área (PAJARES y SACRISTÁN, 1997) y por su cercanía. Las colectas consistieron en el examen de los brotes atacados en los que se extrajeron orugas de los últimos estadios y principalmente crisálidas de *R. buoliana* que pudieran haber sido parasitadas naturalmente y de individuos sanos. Las actividades de laboratorio fueron llevadas a cabo en el Laboratorio de Entomología del Departamento de Producción Vegetal y Recursos Forestales de la Escuela Superior de Ingenierías Agrarias de la Universidad de Valladolid, España. Los parasitoides emergidos en laboratorio se identificaron taxonómicamente con la ayuda de una lupa estereoscópica y el uso de claves de reconocimiento, y por comparación con la colección de parasitoides facilitada por el Dr. Robredo. El número de individuos parasitoides colectados dependió de la disponibilidad en terreno, por lo cual el número de individuos usados en los distintos experimentos varió.

Longevidad de adultos: En los ensayos de longevidad de *T. turionum* primero se probaron distintas dietas que incorporaban azúcares, además del aporte de agua. Se mantuvieron condiciones de humedad entre 50-60 % y de temperatura entre 20-25°C, en el interior de una cámara de cría de insectos. En cápsulas petri de 9 cm de diámetro, preparadas como arena de ensayo, en cuyo interior se introdujo papel filtro humedecido periódicamente con agua destilada y en cuyas tapas superiores se realizó un orificio de 1 cm de diámetro que se cubrió con una malla de trama muy fina para permitir la aireación, se introdujeron machos y hembras del parasitoide, en grupos de 5 o 6 individuos por cápsula. La supervivencia de los adultos, machos y hembras, se registró diariamente. Cada una de las siguientes dietas fue ensayada en una cápsula, con tres repeticiones:

Pasas remojadas en agua destilada 24 horas antes del experimento (LEIUS, 1961).

Solución de agua y miel al 10 %, aplicada en una porción de algodón.

Solución de agua y miel al 10 %, impregnando un hilo dental sin cera de 2 cm de longitud (LEIUS, 1961).

En un segundo experimento, se eliminaron las dietas que fracasaron (2 y 3) y se estudió de forma similar al experimento anterior, la supervivencia de los individuos machos ($n = 25$) y hembras ($n = 56$) alimentados con la dieta 1 frente a la de grupos de individuos que dispusieron únicamente de agua (machos ($n = 16$) y hembras ($n = 35$) o bien sin ningún tipo de recurso (machos ($n = 20$) y hembras ($n = 20$)). Por último, se realizaron análisis de varianza para detectar si existían diferencias entre los tratamientos y entre los sexos y posteriormente pruebas de rango múltiple de la diferencia mínima significativa (Fisher's LSD) para ver cómo eran las agrupaciones de los tratamientos.

Productividad y razón sexual: Los individuos del *T. turionum* obtenidos en los diversos muestreos fueron contabilizados y clasificados de acuerdo a su sexo, según las características taxonómicas indicadas en la

bibliografía. De este modo se conoció la proporción de hembras y de machos del parasitoide, así como su productividad en número de machos y hembras producidos por cada individuo hospedante.

Bioensayos de oviposición: Para estas pruebas se utilizó el mismo tipo de cápsulas petri que en el ensayo de longevidad, con idéntico sistema de aireación y aplicación de humedad, que se mantuvieron bajo las mismas condiciones de humedad y temperatura en cámara de cría. En este caso se dispuso además una lámina de poliuretano expandido en la base con pequeños espacios para acoger al hospedante, orugas o crisálidas de *R. buoliana*. También se agregaron acículas frescas de pino para estimular la oviposición del parasitoide seleccionado. Los adultos del parasitoide utilizados en las pruebas se alimentaron previamente en una dieta de pasas humedecidas durante cuatro días (SYME, 1970).

Como material hospedante se utilizó crisálidas y orugas de últimos estadios de *R. buoliana*. Las crisálidas fueron obtenidas del campo en distintas condiciones de desarrollo: recién formadas, medianamente maduras y en madurez avanzada. Las orugas de los últimos estadios fueron instaladas junto con brotes de pino para que continuasen su alimentación. Los brotes habían sido previamente esterilizados para evitar colonizaciones por hongos. La base de los brotes fue sellada con parafilm para disminuir la desecación. También se realizaron pruebas con las crisálidas y las orugas en el interior de sus refugios de resina cristalizada formada naturalmente en campo. En cada ensayo, que se repitió tres veces, se utilizaron seis machos y seis hembras que dispusieron de tres orugas de los últimos estadios, tres crisálidas jóvenes, tres medianas y tres maduras para ovipositar. Al cabo de cuatro días bajo dichas condiciones se retiraron los adultos del parasitoide y transcurrido un mes desde la oviposición se diseccionaron todos los hospedantes para detectar la presencia de larvas del parasitoide.

Pruebas de ruptura de la diapausa: En estos ensayos se utilizaron crisálidas parási-

tadas naturalmente en el campo (Tordesi-llas), recolectadas y trasladadas al laboratorio el día 8 de septiembre de 1999. Estas crísalidas fueron distribuidas en dos grupos de 12 individuos cada uno, que fueron sometidos a dos tipos de tratamientos distintos: (a) Un periodo frío inicial durante 10 días a 5°C y posteriormente se expusieron a condiciones de fotoperiodo de días largos (14:10), temperaturas cálidas de 23°C en el día y de 15°C en la noche y una humedad aproximada entre 50-60 %. (b) Condiciones similares al tratamiento anterior sin el periodo frío inicial. La ruptura de la diapausa se detectó observando diariamente la emergencia de los adultos parasitoides durante cuatro meses.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Longevidad de adultos: En los ensayos de longevidad se probaron distintas dietas que incorporaban azúcares, además del aporte de agua. Las pruebas iniciales con una solución de agua y miel al 10 %, añadida a trozos de algodón o impregnando hilos dentales de 2 cm de longitud (LEIUS, 1961), no resultaron satisfactorias y los adultos no se sintieron atraídos por este tipo de material.

Los resultados del experimento con pasas previamente remojadas en agua durante 24 horas (Cuadro 1) mostraron claramente que esta dieta aumenta notablemente la longevidad de los adultos en cautividad y difiere significativamente. Tanto machos como hembras de *T. turionum* tuvieron una supervivencia media inferior a una semana cuando no recibieron ningún aporte alimenticio ni agua,

y su longevidad casi llegó a doblarse cuando se les proveyó únicamente de agua. Sin embargo, cuando los insectos fueron alimentados con pasas humedecidas y agua, la longevidad de los machos aumentó cinco veces (27 días, máximo 64 días) y la de las hembras casi siete veces más (41 días, máximo 72 días), siendo significativas las diferencias entre ambos sexos. JUILLET (1959) obtuvo con la misma dieta una longevidad de 16 días y de 27 días para los machos y hembras, respectivamente.

Cuando los adultos estuvieron desprovistos de alimento y agua, la supervivencia de ambos sexos fue muy baja y la mayoría de ellos murieron a los pocos días (Figura 1). La pauta de supervivencia de ambos sexos fue muy similar cuando dispusieron de aporte hídrico, aunque un pequeño porcentaje de individuos llegó a sobrevivir hasta las dos semanas. Por el contrario, con la dieta de pasas humedecidas más agua, la mortalidad fue paulatina y todos los individuos de ambos sexos sobrevivieron al menos dos semanas. En los machos la supervivencia fue descendiendo lentamente hasta que al cabo de seis semanas únicamente se encontraba viva un 20% de la población, que prácticamente se mantuvo otras tres semanas más. En las hembras aún sobrevivía un 40% de la población al cabo de seis semanas, e incluso más de un 20 % llegó a vivir más de dos meses en confinamiento. Estos resultados muestran que los adultos de *T. turionum* alimentados y provistos de agua pueden alcanzar una longevidad suficiente para su manipulación y cría masiva en laboratorio.

Cuadro 1. Longevidad media de adultos de *T. turionum* en días, según dietas y sexo.

Dieta	Número de días vivos				Número medio de días vivos*		
	Machos		Hembras		Machos	Hembras	Total**
	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.			
Pasas y agua	9	64	14	72	30,0 (±15,88)a	42,1 (±19,25)b	38,6 (±19,05)d
Agua	6	14	6	16	8,9 (±02,09)c	10,5 (±03,55)c	10,0 (±03,24)c
Sin dieta	4	6	4	11	04,7 (±0,80)c	5,6 (±02,16)c	5,2 (±01,67)c

* Promedio ± desviación estándar. ** Medias con letras iguales no difieren de forma significativa (P = 0,05; Fisher'S LSD).

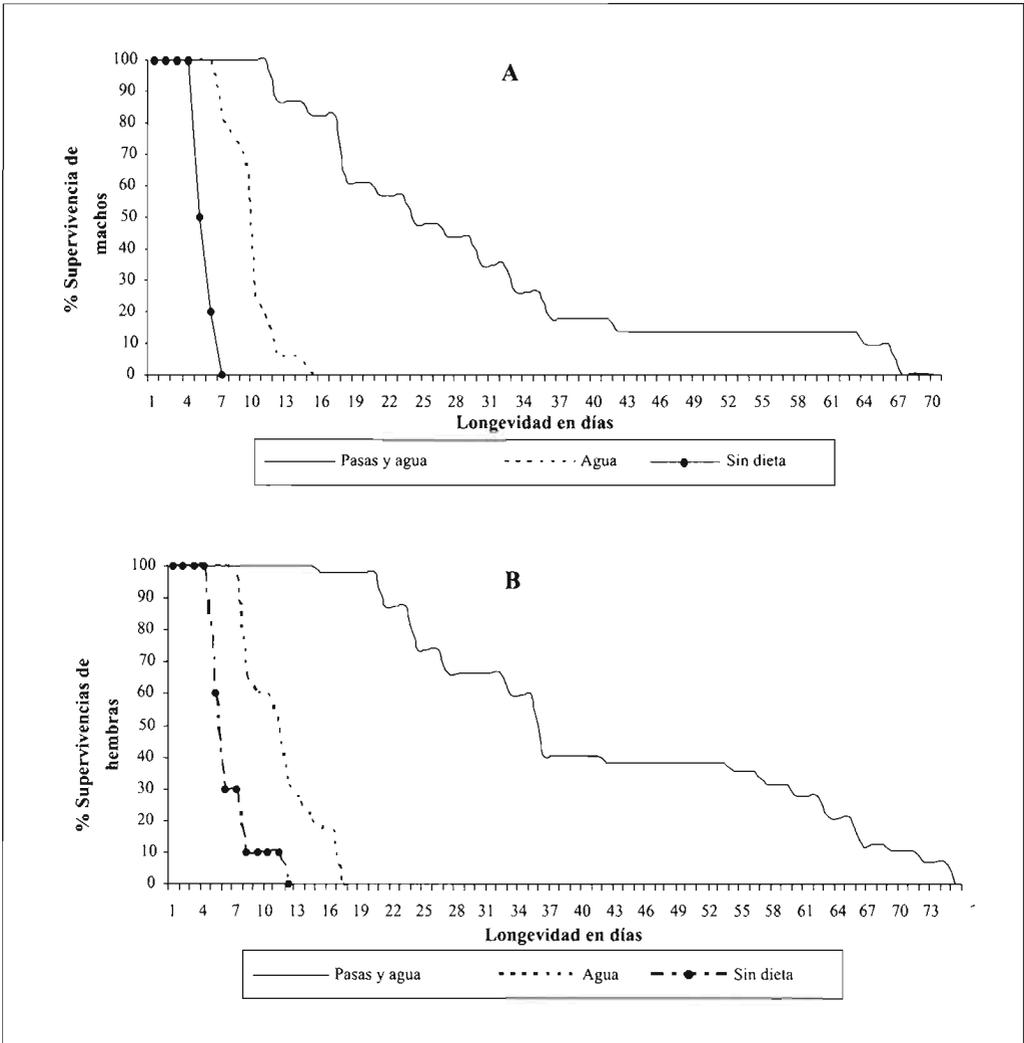


Figura 1. Longevidad en días de adultos de *T. turionum* y su proporción según dieta. **A:** Machos. **B:** Hembras.

Productividad y razón sexual: *T. turionum* presenta un comportamiento gregario (JUILLET, 1959) y numerosos individuos pueden desarrollarse en el interior de una misma crisálida hospedante. Los resultados del estudio de 45 crisálidas (Cuadro 2) indicaron que se obtuvo un total de 1.862 adultos, de los cuales un 72,4 % correspondieron a individuos hembras y el restante 27,6% fueron machos, con una razón sexual de 1:2,6 favo-

orable a las hembras. ARTHUR y JUILLET (1961), obtuvieron una razón sexual aún más favorable a las hembras, en una proporción de 1:7. La productividad por hospedante en *T. turionum* resultó muy elevada, con un promedio de 41,4 individuos por crisálida, 30 hembras y 11,4 machos, alcanzando valores máximos de hasta 80 hembras en alguna crisálida. En otros estudios los valores de productividad obtenidos en *T. turionum* fueron

Cuadro 2. Producción de hembras y machos de *T. turionum* en crisálidas de *R. buoliana*.

<i>T. turionum</i>	Número de individuos	Promedio/crisálida	Rango	Porcentaje	Razón sexual
Hembras	1.348	30,0	2-80	72,4	1: 2,6
Machos	514	11,4	0-64	27,6	
Total	1.862	41,4	1-82	100,0	

Número de crisálidas = 45

también alto, aunque inferiores a los aquí encontrados, con promedios de 23 adultos por crisálida (ARTHUR y JUILLET, 1961). Estas características de elevada reproducción sobre un mismo individuo hospedante y una razón sexual muy favorable a las hembras resultan claramente adecuadas y favorecen su producción masiva en cautividad.

Oviposición: En los ensayos preliminares sobre la oviposición de las hembras de *T. turionum* se observó que unas condiciones adecuadas de humedad y temperatura, junto con la alimentación de los adultos, son factores determinantes para la obtención de puestas satisfactorias. Así, bajo condiciones de humedad a través del papel filtro (aprox. 50-60%) y de temperatura entre 20-25°C es posible lograr una notable eficiencia en la oviposición por parte de las hembras del parasitoide. Además la incorporación de acículas frescas junto con el hospedante estimuló la actividad de oviposición en las hembras.

Otro factor que demostró tener gran influencia sobre la oviposición de las hembras en laboratorio fue el tipo y condición del estadio hospedante. Los resultados de un experimento en el que se evaluó la oviposición sobre orugas del último estadio, y sobre crisálidas recién transformadas, o en diverso estado de madurez (Figura 2) mostraron que las hembras de *T. turionum* prefirieron ovipositar sobre las crisálidas de *R. buoliana* recién transformadas. Así, se obtuvo un 100% de parasitismo sobre esta clase de crisálidas, mientras que las crisálidas en avanzado estado de madurez aparentemente fueron rechazadas y ninguna resultó parasitada. Pudo suceder también que las hembras de *T. turionum* ovipositasen sobre estas crisálidas,

pero su avanzado estado, próximo a la formación del adulto, no permitiese el desarrollo de los estados inmaduros de este eulófido. Las crisálidas en un estado de desarrollo intermedio fueron parasitadas únicamente en un 33%.

Por otro lado, se encontró nuevamente que las orugas del último estadio eran escasamente atractivas para este parasitoide, que únicamente realizó la oviposición en un 16,7% de ellas. En el campo se ha observado que cuando estas orugas son atacadas no alcanzan a convertirse en crisálidas y los adultos de *T. turionum* emergen desde las orugas de *R. buoliana* ya muertas. Así, estos resultados muestran que se puede realizar la reproducción de este parasitoide en cautividad con facilidad, obteniéndose un alto porcentaje de éxito cuando se le provee del estado hospedante en condiciones apropiadas, es decir, las crisálidas de *R. buoliana* recién transformadas. El porcentaje de éxito seguramente disminuirá de forma directamente proporcional con el estado de desarrollo de las crisálidas.

Ruptura de la diapausa: *T. turionum* sufre una diapausa en el cuarto estadio larvario durante su segunda generación anual (JUILLET, 1959). Este hecho podría dificultar la reproducción masiva en laboratorio, por lo que se realizaron ensayos encaminados a encontrar condiciones para la ruptura de la diapausa. Para ello se recogieron crisálidas de *R. buoliana* parasitadas naturalmente (Tordesillas) que se encontraban en diapausa (septiembre) y fueron sometidas a dos tipos de tratamiento en laboratorio.

En el primer tratamiento, en que se sometió a las crisálidas a un periodo frío de 5°C

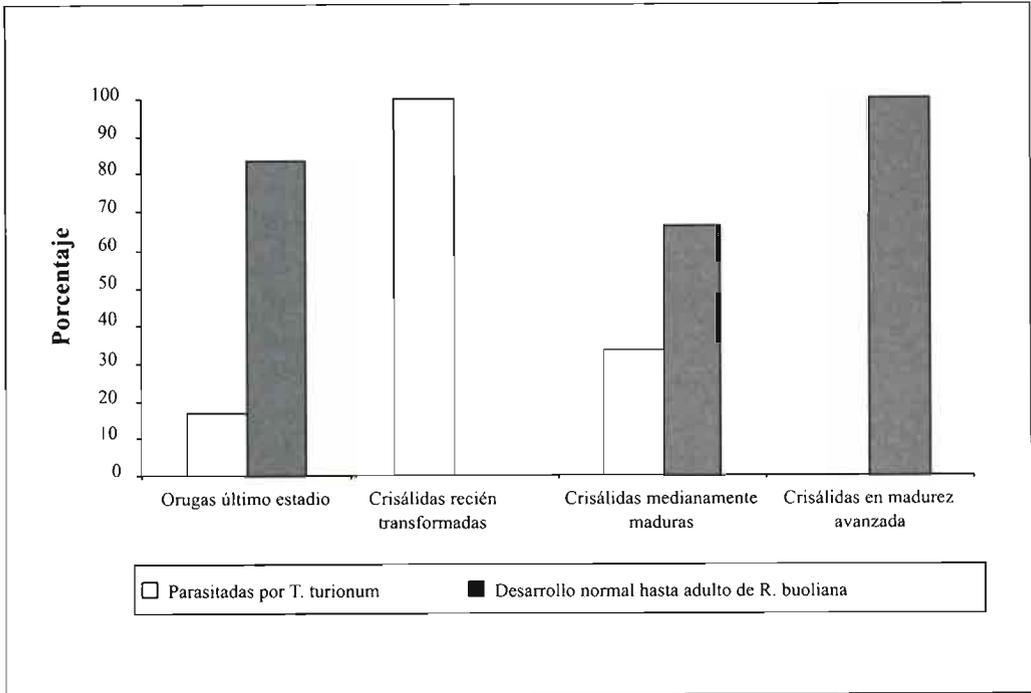


Figura 2. Oviposición de *T. turionum* sobre distintos estados del hospedante *R. buoliana*.

durante 10 días y después se transfirieron a condiciones primaverales de fotoperiodo de días largos (14:10) y temperaturas suaves (23°C diurnas, 15°C nocturnas), no se consiguió la ruptura de la diapausa y no se produjo ninguna emergencia de adultos. Sin embargo, cuando únicamente se sometió a las crisálidas a las condiciones primaverales anteriores (aproximadas a las imperantes en mayo) sí se logró la ruptura de la diapausa y los adultos de *T. turionum* comenzaron a aparecer a partir de la tercera semana del inicio del tratamiento (Figura 3).

La emergencia de los imagos se produjo paulatinamente a lo largo de siete semanas y los últimos emergieron al cabo de diez semanas desde el inicio, quedando un 12,4% de las crisálidas parasitadas aún en diapausa, sin responder al tratamiento.

Por tanto, bajo condiciones controladas (fotoperiodo: 14:10 (luz: oscuridad), 23°/15°C temperatura) parece posible la reproducción

continua de *T. turionum* en laboratorio, sin intervención de la fase de diapausa y también es plausible acelerar el desarrollo, finalizando la diapausa de los individuos que se encuentren en esta fase.

El estudio de la cría en laboratorio de *T. turionum* no ha pretendido encontrar las mejores soluciones y condiciones específicas que garanticen una cría masiva eficiente, lo cual deberá ser objeto sin duda de posteriores trabajos. Sin embargo, los resultados obtenidos, gran longevidad de los adultos con alimentación, gran productividad por hospedante, razón sexual favorable a las hembras, desarrollo en ciclo corto y ruptura de la diapausa bajo condiciones primaverales, permiten afirmar que *T. turionum* muestra una evidente aptitud para ser reproducido artificialmente en grandes cantidades y confirma su idoneidad como candidato para el control biológico de la polilla del brote del pino en Chile.

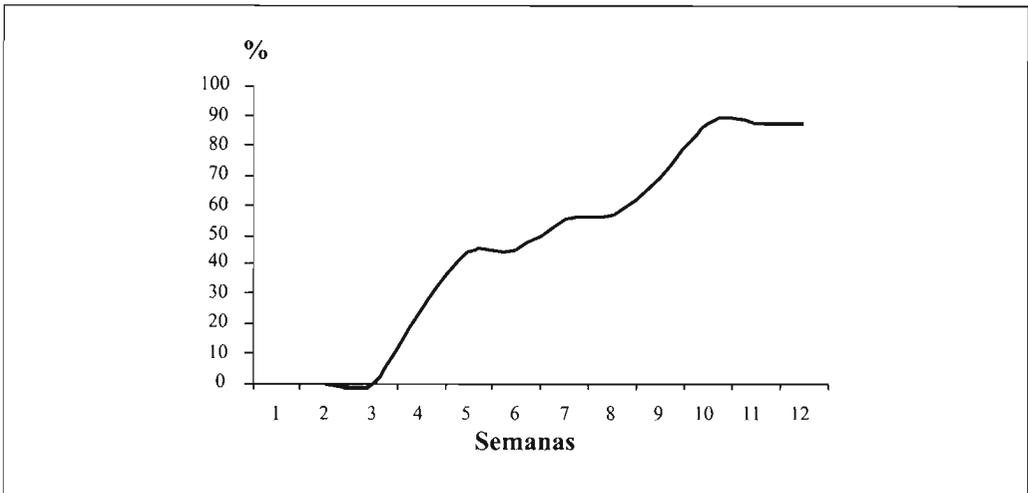


Figura 3. Emergencia de *T. turionum* (%) en diapausa de crisálidas de *R. buoliana* parasitadas naturalmente, después del tratamiento de ruptura de diapausa.

CONCLUSIONES

El estudio sobre la cría en laboratorio de *T. turionum* mostró que este parasitoide presenta una aparente factibilidad de manipulación y de cría masiva en laboratorio. La longevidad media de los machos puede aumentarse hasta 27 días y la de las hembras hasta 41 días cuando son alimentados con pasas humedecidas y agua. La productividad media por hospedante resulta muy elevada,

cerca de 42 individuos por crisálida, con una razón sexual favorable a las hembras (1:2,6). El mantenimiento de condiciones controladas de primavera (fotoperiodo 14:10, 23°/15°C) permite la reproducción en ciclo corto o la ruptura del estado de diapausa. Lo anterior lleva a proponer a *T. turionum* como un parasitoide muy apto para su introducción en Chile con el fin de complementar el control biológico ejercido por *O. obscurator* sobre la polilla del brote del pino.

ABSTRACT

HUERTA A., F. ROBREDO, J. DIEZ, J. A. PAJARES. 2007. Rearing in laboratory of *Tetrastichus turionum* (Hymenoptera: Eulophidae), a pupal parasitoid of *Rhyacionia buoliana* (Lepidoptera: Tortricidae). *Bol. San. Veg. Plagas*, **33**: 169-177.

Rearings in laboratory of *Tetrastichus turionum* Hartig (Hymenoptera: Eulophidae), a pupal parasitoid of *Rhyacionia buoliana* Den. et Schiff. (Lepidoptera: Tortricidae) were carried out. It was studied the adult longevity, their productivity, sex ratio, oviposition preferences and rupture of the diapause. The average longevity of the males was up to 27 days and that of the females up to 41 days when they are fed with humidified raisins and water. The average productivity by host was next of 42 individuals by pupa, with a favorable sex ratio to the females (1:2.6). The maintenance of controlled conditions of spring (photoperiod 14:10, 23°/15°C) it allows the reproduction in short cycle or the rupture of the diapause stage. The results confirmed the suitability of *T. turionum* like complementary parasitoid of *Orgilus obscurator* Nees (Hymenoptera: Braconidae) for their introduction and application in the biological control of *R. buoliana* in Chile.

Key words: preference of oviposition, longevity, sex ratio, diapause.

REFERENCIAS

- ARTHUR, A. P.; JUILLET, J. A. 1961. The introduced parasites of the European pine shoot moth, *Rhyacionia buoliana* (Schiff.) (Lepidoptera: Olethreutidae) with a critical evaluation on their usefulness as control agents. *The Canadian Entomologist*, **93**: 297-312.
- BALDINI, A., COGOLLOR, G., SARTONI, A., AGUAYO, J. 2005. Control biológico de plagas forestales de importancia económica en Chile. Corporación Nacional Forestal y Fundación para la Innovación Agraria, Santiago de Chile, 205 pp.
- DAJOZ, R. 1980. Écologie des insectes forestiers. Gautier-Villars. Paris. 489 pp.
- DEBACH, P. 1977. Lucha biológica contra los enemigos de las plantas. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. 399 pp.
- HUERTA, A.; J. A. PAJARES; F. ROBREDO. 2002. Ciclo de vida de *Tetrastichus turionum* Htg. (Hy.:Eulophidae), un parasitoide de crisálidas de polilla del brote del pino (*Rhyacionia buoliana* Den. et Schiff. (Lep.: Tortricidae) para el control biológico en Chile. *Bol. San. Veg. Plagas*, **28**(1): 151-161.
- HUERTA, A.; ROBREDO, F. DIEZ, J., PAJARES, J.A. 2006. Selección de parasitoides de la polilla del brote del pino (*Rhyacionia buoliana* Den. et Schiff.) (Lepidoptera: Tortricidae) para el control biológico en Chile. *Bol. San. Veg. Plagas*, **32**(4): 595-607.
- INSTITUTO FORESTAL (INFOR). 2001. Estadísticas forestales 2000. *Boletín Estadístico* N° 79. Santiago-Chile.
- JUILLET, J. A. 1959. Morphology of immature stages, life history and behavior of three hymenopterous parasites of the European pine shoot moth, *Rhyacionia buoliana* (Schiff.) (Lepidoptera: Olethreutidae). *The Canadian Entomologist*, **91**: 709-719.
- LANFRANCO, D.; BÜCHNER, J.; AGUILAR, A.; HORNOS, R. 1991. Parasitoides nativos en el control de la polilla del brote del pino (*Rhyacionia buoliana*): avances en la identificación del complejo y de sus estrategias de desarrollo. *Valdivia. Bosque*, **12** (2): 69-74.
- LEIUS, K. 1961. Influence of food on fecundity and longevity of adults of *Itopectis conquisitor* (Say.) (Hymenoptera: Ichneumonidae). *The Canadian Entomologist*, **93**: 771-780.
- PAJARES, J.; SACRISTÁN, L. 1997. Estudio y predicción de vuelo de puesta y de la eclosión de *Rhyacionia buoliana* (Den. et Schiff.) mediante unidades de calor acumuladas. In: Irati. 1997. *I Congreso Forestal Hispano Luso, II Congreso Forestal Español. Libro de Actas*. Mesa 5: Protección de los sistemas forestales y conservación de la biodiversidad. Pamplona. pp. 331-336.
- ROJAS, S. 2005. Control biológico de plagas en Chile. Historia y Avances. Colección Libros INIA N°12. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Ministerio de Agricultura. La Cruz, V Región, Chile. 123 pp.
- ROMANYK, N.; CADAHÍA, D. (EDS.). 2002. Plagas de insectos en las masas forestales. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. 336 pp.
- SYME, P. 1970. Discrimination by *Hyssopus thymus* (Hymenoptera: Eulophidae) against *Orgilus obscurator* (Hymenoptera: Braconidae), an internal parasite of the European pine shoot moth, *Rhyacionia buoliana* (Lepidoptera: Olethreutidae). *The Canadian Entomologist*, **102**: 1523- 1527.
- WATSON, W.; ARTHUR, A. P. 1959. Parasites of the European pine shoot moth, *Rhyacionia buoliana* (Schiff.), in Ontario. *The Canadian Entomologist*, **91**: 478-448.

(Recepción: 13 noviembre 2006)
(Aceptación: 23 marzo 2007)

Estudio de algunas características de las plantas en variedades de peral y su relación con la incidencia de la psila (*Cacopsylla pyri* (L.) Hemiptera: Psyllidae)

A. M. JAUSET, M. ARTIGUES, M. J. SARASÚA

Se estudian algunas de las características varietales del peral que pueden influir sobre la instalación y desarrollo de las poblaciones de *Cacopsylla pyri* (L.). El estudio se realizó en una finca de la Estación Experimental de Lleida en Gimenezells, para las variedades Blanquilla y Conference.

Los parámetros medidos en la planta fueron: el incremento del perímetro del tronco, la densidad de lamburdas, la superficie foliar, el contenido en clorofila, el contenido en agua y el grosor de la hoja.

Para estimar la densidad de población del insecto, se realizaron recuentos de los estados inmaduros de *C. pyri* en lamburdas durante el invierno y en brotes tiernos durante el periodo vegetativo en los años 2000 y 2001.

Se han observado diferencias significativas entre las dos variedades en cuanto a las características de la planta estudiadas y la incidencia de *C. pyri*. La incidencia de la psila es mayor en la variedad Blanquilla, variedad más vigorosa, con mayor superficie foliar, hojas más delgadas y con menor contenido en clorofila que la variedad Conference.

A. M. JAUSET, M. J. SARASÚA. Universitat de Lleida. Departament de Producció Vegetal i Ciència Forestal. Rovira Roure, 177. 25198 Lleida // Centre UdL-IRTA de R+D. amjauset@pvcf.udl.es. Departament de Protecció de Conreus. Rovira Roure, 191. 25198-Lleida.

M. ARTIGUES. Centre IRTA-Lleida. Rovira Roure, 191. 25198-Lleida.

Palabras clave: *Pyrus communis*, Conference, Blanquilla, relación planta-insecto.

INTRODUCCIÓN

La psila del peral, *Cacopsylla pyri* (L.) (Hemiptera: Psyllidae) es una plaga clave del peral, difícil de controlar debido a su capacidad de supervivencia, su potencial biótico y a la aparición de resistencia a los productos insecticidas (HARRIES & BURTS, 1965; DELORME, 1985; BERRADA *et al.*, 1994; BUÈS *et al.*, 1996).

El aumento de la población de la psila está muy ligada al crecimiento vegetativo de la planta por lo que las variedades más vigorosas son las más afectadas (FUOG, 1983; JAUSET, 2000).

Las posibilidades de control de la psila por métodos convencionales son limitadas, por lo que es importante conocer cuales son las características de la planta que pueden afectar a la instalación y desarrollo de las poblaciones del fitófago. De los factores inherentes a la planta, que pueden afectar a la mayor o menor presencia de la psila, cabe destacar el vigor (NGUYEN, 1972; HODKINSON, 1974), la fenología de la planta (STUART *et al.*, 1989), los compuestos secundarios del metabolismo (MATIAS *et al.*, 1990) y la morfología y compuestos estructurales de las células de los tejidos más externos de la hoja (GERARD *et al.*, 1993).

El estudio se realizó en la zona frutícola de Lleida y su objetivo fue identificar indicadores de la preferencia de *C. pyri* en las dos variedades de peral de mayor importancia económica en la zona, Blanquilla y Conference.

MATERIAL Y MÉTODOS

Los experimentos se llevaron a cabo los años 2000 y 2001 en una finca de la Estación Experimental de Lleida (I.R.T.A.) situada en Gimènells (Lleida). La parcela donde se realizó el estudio constaba de cuatro filas de peral de la variedad Blanquilla (78 árboles/fila) y cinco filas de la variedad Conference (90 árboles/fila), y desde su plantación, 1994, no había recibido ningún tratamiento insecticida ni acaricida.

Características determinadas en las plantas

Se estudiaron algunas características morfológicas y fisiológicas de las plantas que pueden estar relacionadas con la elección del huésped por parte del insecto y afectar a la instalación y desarrollo de las poblaciones de psila.

Crecimiento vegetativo. Para estimar el vigor de las plantas, se midió el perímetro del tronco, a 20 cm del punto de injerto en 64 árboles de cada una de las variedades en septiembre de 2000 y 2001. Se calculó el incremento del perímetro entre ambos años.

Densidad de lamburdas. En enero del 2001 y después de la poda, en 50 árboles de cada una de las variedades se escogieron al azar cuatro brotes por árbol y se contó el número de lamburdas en los 18 cm finales de cada brote.

Superficie foliar. Mediante un Delta-T-Area Meter, se midió la superficie foliar de 100 hojas (la 2ª, 3ª, 4ª y 5ª desde el ápice) de brotes tiernos de cada variedad durante el mes de mayo del 2000.

Grosor de las hojas. Se escogieron al azar hojas terminales de 18 y 12 brotes jóvenes en los años 2000 y 2001 respectivamente (una hoja /brote) del año. Las hojas de cada variedad se etiquetaron, se trasladaron al laborato-

rio, se fijaron con FAA (formol:ácido acético:etanol), y se incluyeron en parafina. De cada una de las muestras se realizaron 5 cortes transversales de 15 micras de grosor, una vez teñidos con Safranina-Fast Green se observaron a través del microscopio (Aristoplan, Leitz) y se midió el grosor de la epidermis del haz, del envés y el total de la lámina foliar (5 medidas/corte).

Contenido en clorofila. En los meses de julio y octubre del año 2000 y julio y septiembre del 2001, se escogieron al azar 100 árboles de cada variedad y en cada uno de ellos se escogió un brote. Mediante un Chlorophyll Meter Spad-502 (Minolta) se midió el contenido en clorofila en las tres hojas finales de cada brote.

Contenido en agua. En 50 árboles, elegidos al azar, de cada una de las variedades, se recolectaron 100 hojas de brotes tiernos (2 brotes/árbol, 1 hoja/brote) en los meses de mayo y septiembre de los dos años. Se guardaron las muestras en bolsas de papel etiquetadas y se trasladaron en una nevera portátil. Al llegar al laboratorio se obtuvo el peso fresco de las hojas de cada variedad utilizando una balanza digital (Mettler). Posteriormente se secaron las hojas en una estufa de aire forzado a 70°C para obtener el peso seco. A partir de estos datos se calculó el porcentaje de agua en las hojas.

Densidad de la población de *C. pyri*

Para evaluar las poblaciones de psila, se realizaron muestreos visuales en 50 árboles de cada una de las variedades, contando los distintos estados inmaduros de *C. pyri*, huevos y ninfas, en lamburdas (una lamburda/ árbol) y posteriormente en las cinco hojas finales de brotes tiernos (un brote/árbol). El muestreo visual se realizó de enero-febrero a julio durante los años 2000 y 2001.

Análisis estadístico

Para el análisis de los datos se ha utilizado el procedimiento GLM del paquete estadístico SAS (SAS Institute, 1989). Para detectar las diferencias debidas a la variedad en las variables medidas se realizaron análisis

sis de varianza (ANOVA); cuando el análisis fue significativo ($P < 0,05$) se realizó la separación de medias mediante el test del Rango Múltiple de Duncan. Antes de realizar los análisis con el fin de normalizar los datos los conteos fueron transformados en $\log_{10}(n+1)$ y los porcentajes en $\arcseno \sqrt{\%/100}$.

RESULTADOS

Densidad de población de *C. pyri*

El análisis de los resultados de los muestreos realizados en lamburdas (tres primeros recuentos) puso de manifiesto que el número de huevos/lamburda fue superior en la variedad Blanquilla, tanto en el año 2000 ($F=12,92$, $P < 0,001$) como en el 2001 ($F=11,53$, $P < 0,001$) (Figura 1).

Al realizar el análisis estadístico de los resultados del total de los recuentos realizados, incluidos los de las lamburdas, durante los dos años de muestreo, se observó que existe un efecto significativo del año y de la variedad en el número de huevos ($P < 0,0001$, $F=42,31$; $P < 0,05$, $F=5,21$) y en el número de huevos + ninfas ($P < 0,0001$, $F=102,77$; $P < 0,05$, $F=7,04$), en cambio la interacción año y variedad no presentó significación. La incidencia de la plaga en cada una de las variedades fue mayor en el año 2000 que en el año 2001 tal como se observa en la figura 2.

La figura 3 muestra que independientemente del nivel de plaga, en cada uno de los años muestreados las plantas de la variedad Blanquilla presentaron mayor n°

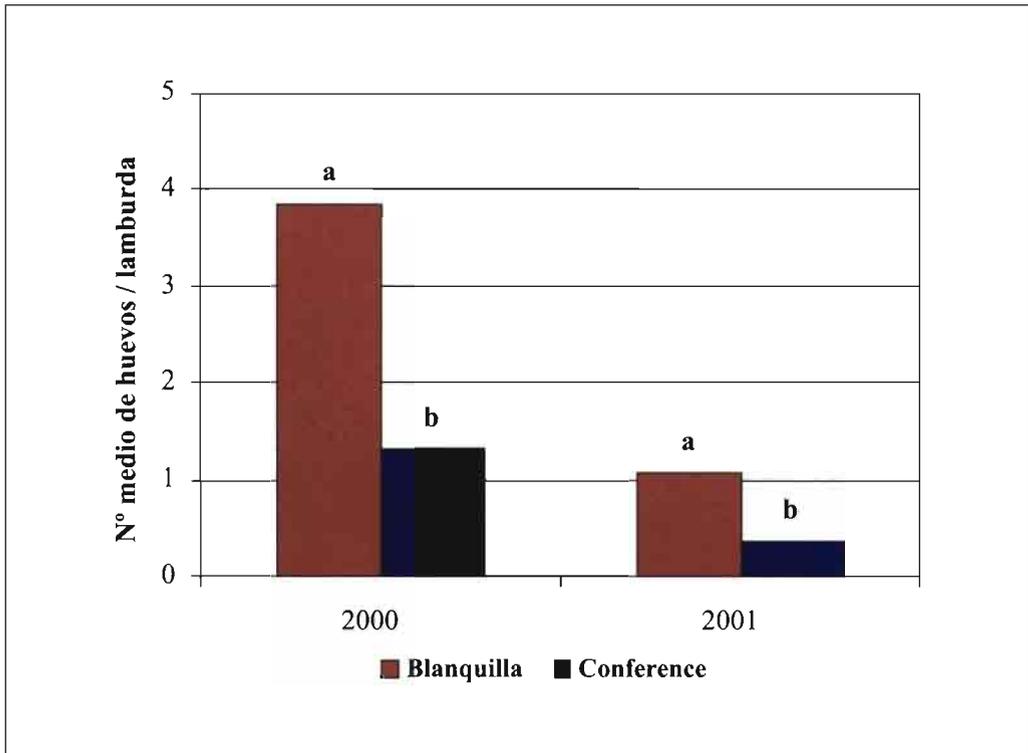


Figura 1. Media del número de huevos/lamburda de los tres primeros recuentos realizados durante los años 2000 y 2001 en cada una de las variedades. Los valores con la misma letra no difieren significativamente (Prueba del Rango Múltiple de Duncan, $P < 0,05$).

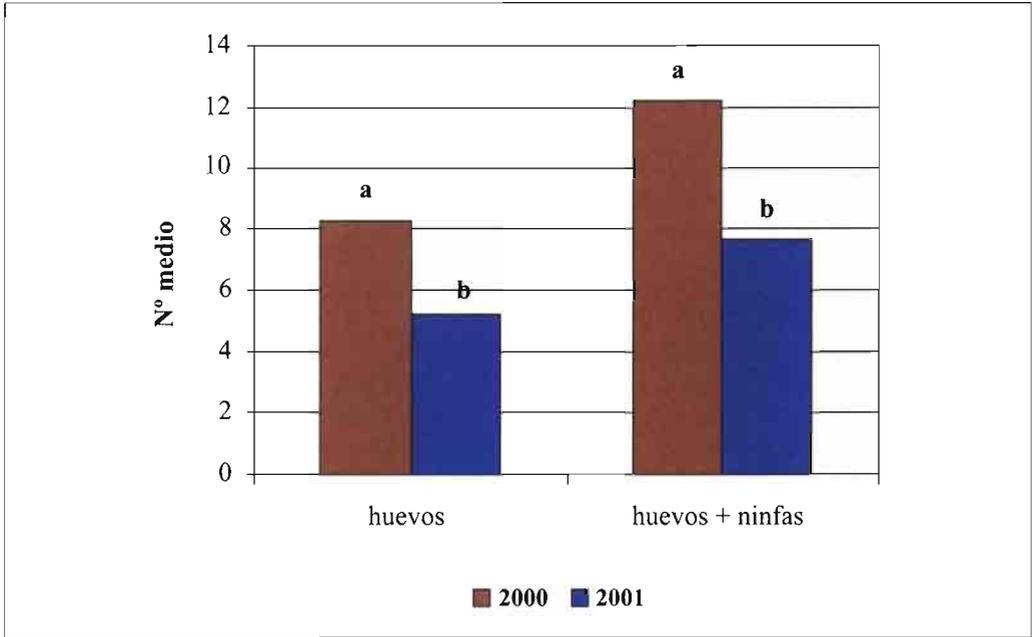


Figura 2. Media del número de huevos y huevos + ninfas del total de los recuentos realizados en las dos variedades para cada uno de los años muestreados. Los valores con la misma letra no difieren significativamente (Prueba del Rango Múltiple de Duncan, $P < 0,05$)

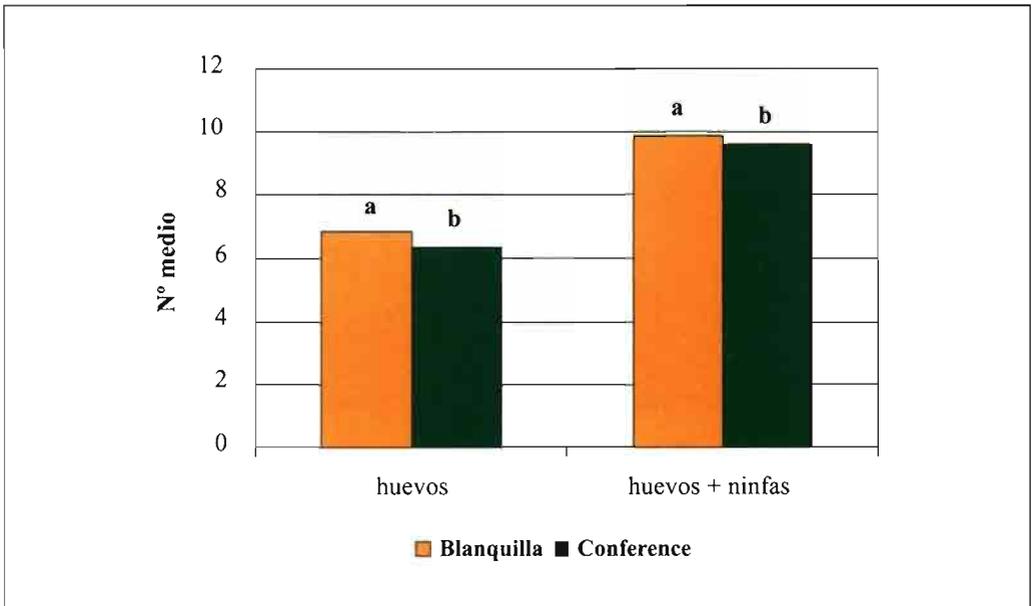


Figura 3. Media del número de huevos y huevos + ninfas en cada una de las variedades. Los valores con la misma letra no difieren significativamente (Prueba del Rango Múltiple de Duncan, $P < 0,05$)

de huevos y huevos más ninfas, por lo que existe un efecto de la variedad en la incidencia de la plaga.

Características de la planta.

El análisis de los resultados obtenidos, puso de manifiesto que existe un efecto de la variedad en el incremento relativo del perímetro del tronco ($P < 0,0001$, $F = 71,13$) la densidad de lamburdas ($P < 0,0001$, $F = 27,76$) y en la superficie foliar ($P < 0,0001$, $F = 63,31$). La variedad que presentó mayor crecimiento vegetativo, mayor superficie foliar y menor densidad de lamburdas fue la variedad Blanquilla (Cuadro 1).

En cuanto a las características de las hojas, no se observaron diferencias significativas en el grosor del haz mientras que si existen diferencias significativas en el grosor del envés y de la lámina foliar, tanto en el año 2000 ($P < 0,0001$, $F = 54,57$; $P < 0,0001$, $F = 72,83$) como en el año 2001 ($P < 0,0001$, $F = 24,70$; $P < 0,01$, $F = 8,77$). Las hojas que

presentaron mayor grosor total y mayor grosor del envés fueron las de la variedad Conference (Cuadro 2).

No existen diferencias significativas en el contenido en agua de las hojas entre variedades en ninguno de los años, pero sí se manifestó el efecto de la variedad en el contenido en clorofila de las hojas, tanto en el año 2000 ($P < 0,05$, $F = 4,78$) como en el 2001 ($P < 0,0001$, $F = 21,68$). Las hojas de la variedad Conference presentaron mayor contenido en clorofila que las de la variedad Blanquilla (Cuadro 3).

DISCUSIÓN

La puesta de las hembras invernantes en cada uno de los años de muestreo, fue mayor en la variedad Blanquilla que en la variedad Conference (Figura 1). Las hembras invernantes realizan la primera puesta del año, cuando dos días seguidos las temperaturas son superiores a 8° C, y esta puesta se localiza sobre todo en las rugosidades de las lam-

Cuadro 1. Media y error típico en cada una de las variedades muestreadas del incremento del perímetro del tronco, densidad de lamburdas y superficie foliar. Dentro de cada fila los valores seguidos de la misma letra no difieren significativamente (Prueba del Rango Múltiple de Duncan, $P < 0,05$).

Características varietales	Blanquilla	Conference
Δ Perímetro del tronco (cm) (n=64)	0.25 ± 0.06 a	0.17 ± 0.007 b
Densidad de lamburdas (n°/cm) (n=200)	5.34 ± 0.14 b	6.31 ± 0.17 a
Superficie foliar (cm²) (n=100)	27.04 ± 0.55 a	21.02 ± 0.52 b

Cuadro 2. Media y error típico del grosor del haz, envés y de la lámina foliar de hojas de cada una de las variedades durante los años de muestreo 2000 y 2001. Dentro de la misma fila los valores seguidos de la misma letra no difieren significativamente (Prueba del Rango Múltiple de Duncan, $P < 0,05$).

Características varietales	Año	Blanquilla	Conference	
Grosor de la hoja (µm)	2000 (n=450)	Haz	16.12 ± 0.19 a	16.01 ± 0.17 a
		Envés	11.47 ± 0.12 b	12.67 ± 0.11 a
		Total	236.94 ± 1.12 b	248.28 ± 0.95 a
	2001 (n=290)	Haz	12.43 ± 0.12 a	12.07 ± 0.15 a
		Envés	9.52 ± 0.09 b	10.22 ± 0.11 a
		Total	169.85 ± 1.12 b	175.04 ± 1.35 a

Cuadro 3. Media y error típico del contenido en clorofila y contenido en agua de las hojas de cada una de las variedades de peral en los dos años de muestreo. Dentro de cada fila los valores seguidos de la misma letra no difieren significativamente (Prueba del Rango Múltiple de Duncan, $P < 0,05$)

Características varietales	Año	Blanquilla	Conference
Contenido en agua (%) (n=100)	2000	47.64 ± 2.33 a	48.38 ± 2.94 a
	2001	48.89 ± 3.74 a	47.32 ± 3.82 a
Contenido clorofila (n=100)	2000	40.11 ± 0.63 b	41.88 ± 0.50 a
	2001	47.39 ± 0.42 b	49.85 ± 0.32 a

burdas más soleadas (GARCÍA DE OTAZO *et al.*, 1992). El número de lamburdas da idea del espacio de que disponen los adultos invernantes para realizar la puesta y de la cantidad de alimento de que dispondrán las ninfas al eclosionar los huevos. Los resultados obtenidos muestran que la densidad de lamburdas es mayor en la variedad Conference que en Blanquilla (Cuadro 1) por lo que ponen de manifiesto que la preferencia de las hembras para ovipositar no viene determinada por el espacio disponible para realizar la puesta sino por otras características varietales que pueden influir en el desarrollo de las ninfas procedentes de la eclosión de estos primeros huevos.

Existen diferencias entre las variedades en cuanto al incremento del perímetro del tronco (Cuadro 1). El incremento del perímetro del tronco es un índice del vigor, la variedad Blanquilla presentó un mayor incremento del perímetro del tronco, por lo que es más vigorosa que la variedad Conference. Según diversos autores (NGUYEN, 1972; MCMULLEN & JOUNG, 1972; HODKINSON, 1974), el vigor del árbol es uno de los factores que tienen importancia para el desarrollo de los psilidos. Los resultados obtenidos muestran que la variedad Blanquilla, la más vigorosa, fue la que presentó en cada uno de los años del estudio mayor ocupación de estadios inmaduros de psila (Figura 3), hecho que pone de manifiesto la importancia del vigor de la planta en relación con la incidencia de *C. pyri* y concuerda con los resultados obtenidos en estudios con otras variedades de peral que realizamos anteriormente (JAUSET *et al.*,

2000) y por los realizados por FUOG (1983) en peral. Mediante la poda se puede reducir el crecimiento vegetativo del árbol por lo que esta práctica cultural puede ayudar a controlar la infestación de psila (FUOG, 1983).

Existe una preferencia de la psila por la variedad con mayor superficie foliar (Cuadro 1). La puesta de verano se realiza en las hojas y las ninfas se distribuyen a lo largo del nervio principal del envés hasta la base del peciolo, por lo que una mayor superficie foliar implica tener más espacio para alimentarse y para realizar la puesta.

El desarrollo y alimentación de las distintas generaciones de psila, procedentes de la puesta de las hembras invernantes, tiene lugar principalmente en las hojas, por lo que la morfología, así como las características químicas y físicas de las hojas, pueden ser factores que afecten a la preferencia por un determinado huésped. De los resultados obtenidos (Cuadro 2) se deduce que el grosor de la hoja es uno de los factores que influyen en la incidencia de la plaga, siendo la variedad que presenta un menor grosor, Blanquilla, aquella en la que la incidencia de la psila es mayor. Estudios realizados con otros psilidos han puesto de manifiesto que existe un efecto negativo de la dureza de la hoja sobre la oviposición de las hembras (MORAN & BUCHAN, 1975).

El contenido en clorofila en pleno periodo vegetativo, que puede afectar al color de las hojas, es menor en la variedad Blanquilla que en la Conference (Cuadro 3). En un estudio anterior realizado en una colección de variedades de peral la incidencia de psila fue

mayor en aquellas variedades que presentaban un menor contenido en clorofila (JAUSET *et al.*, 2000). Asimismo ILYAS *et al.* (1991) describieron un comportamiento similar de *Bemisia tabaci* Gennadius, en relación a plantas de algodón.

En conclusión existen características varietales que influyen sobre la instalación de *C. pyri* ya que incidencia de la plaga fue mayor en Blanquilla, la variedad más vigorosa, con una mayor superficie foliar, menor grosor de la hoja y menor contenido en clorofila.

ABSTRACT

JAUSET A. M., M. ARTIGUES, M. J. SARASÚA. 2007. Study of some plant characteristics of two pear varieties related with the psylla (*Cacopsylla pyri* (L.) Hemiptera: Psyllidae) incidence. *Bol. San. Veg. Plagas*, 33: 179-185.

Some pear plant characteristics of Blanquilla and Conference cultivars that could influence the setting and development of the population of *Cacopsylla pyri* are studied.

The experiment was carried out in 2000 and 2001 at the "Estació Experimental de Lleida" (NE Spain).

The plant characteristics studied were: diameter of the trunk, fruit per density, foliar surface, leaf thickness and chlorophyll and water content. Visual sampling of eggs and nymphs of *C. pyri* on fruit spurs and later on leaves of young shoots were done weekly.

There were significant differences in the plant characteristics related to the pear psylla incidence. Adults of *C. pyri* showed preference to oviposit on Blanquilla pear cultivar, variety more vigorous with higher foliar surface, thinner leaves and lower chlorophyll content than Conference cultivar.

Keywords: *Pyrus communis*, plant-insect relationship, Conference, Blanquilla.

REFERENCIAS

- BERRADA, S., FOURNIER, D., CUANY, A., NGUYEN, T.X., 1994. Identificación de mecanismos de resistencia en una cepa de laboratorio de *Cacopsylla pyri* (Homoptera:Psyllidae): Altered acetylcholinesterase and detoxifying oxidases. *Pesticides Biochemistry and Physiology*, 48: 41-47.
- BUÈS, R., TOUBON, J.F., BOUDINHON, L., 1996. Psylle du poirier: Résultats préliminaires sur la résistance aux insecticides en France. *Phytoma - La Défense des Vegetaux*, 487.
- DELORME, R., 1985. La résistance des insectes aux pesticides. *Phytoma Déf. Cult.*, 361: 45-48
- FUOG, D. 1983. Interaction plante-hôte/insecte: influence du poirier sur la dynamique des populations du psylle du poirier (*Psylla pyri* L.). *Bull. Soc. Ent. Suisse*, 56: 21.
- GARCÍA DE OTAZO, J., SÍO, J., TORÁ, R., TORÁ, N. 1992. Peral. Control integrado de plagas y enfermedades. Ed. Agrolatino. Barcelona. pp 173-182.
- GÉRARD, H. C., FETT, W., MOREAU, A., OSMAN, S. F., MILLER, R. L. 1993. Chemical and Enzymatic Investigation of the leaf cuticle of pear genotypes differing in resistance to pear psylla. *J. Agric. Food Chem.*, 41: 2437-2441.
- HARRIES, F. H.; BURTS, E. C., 1965. Insecticide resistance in the pear psylla. *J. Econ. Entomol.*, 58: 172-173.
- HODKINSON, I. D., 1974. The biology of the Psylloidea (Homoptera): a review. *Bull Ent. Res. G.B.*, 64(2): 325-339.
- ILYAS, M., PUTI, S. N., ROTE, N. B., 1991. Effects of some morphophysiological characters of leaf on incidence of cotton whitefly. *J. Maharashtra Agri. Univ.*, 16(3): 386-388.
- JAUSET, A. M^a, ARTIGUES, M., AVILLA, J., SARASÚA, M^a. J., 2000. Relación *Cacopsylla pyri* (L.) (Homoptera: Psyllidae) - Peral. Influencia de la variedad. *Bol. San. Veg. Plagas*, 26: 657-664.
- MATIAS, C., VILAS BOAS, L., NGUYEN, T. X., MELO, I., 1990. Rélation entre sensibilité aux ravageurs de différents cultivars de poirier et leur composition chimique. *Bulletin OILB WPRS XIII.*, (2): 137-142.
- MORAN, V. C., BUCHAN, P. R., 1975. Oviposition by the citrus psylla, *Trioxa erytrae* (Homoptera:Psyllidae), in relation to leaf hardness. *Ent. Exp. Appl.*, 18(1): 96-104.
- NGUYEN, T. X., 1972. Influence de la nature des plantes hôtes sur la longévité et la fécondité de *Psylla piri* L. (Insecte, Homoptera, Psyllidae). *C.R. Acad. Sc. Paris. Ser. D.*, 274: 546-548.
- STUART, L. C., BUTT, B., BELL, R. L., 1989. Effect of host phenology on ovopositional preference of winter form pear psylla (Homoptera: Psyllidae). *J. Entomol. Soc. Brit. Columbia* 86:34-38.

(Recepción: 5 diciembre 2006)

(Aceptación: 22 febrero 2007)

Insecticidas botánicos para el control de *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae) en *Brassica oleracea* var. *capitata*

S. B. PADÍN, E. M. RICCI, C. HENNING, S. RÉ, J. RINGUELET, E. CERIMELE

El áfido *Myzus persicae* (Sulzer) es uno de los insectos más estudiados mundialmente por el desarrollo de resistencia a pesticidas. Los aceites esenciales de las plantas pueden constituir una fuente importante de sustancias químicas bioactivas con diferentes mecanismos de acción. El objetivo del trabajo fue evaluar el efecto insecticida de los aceites esenciales de *Laurus nobilis* Linnaeus (laurel) y *Cymbopogon citratus* Stapf (lemongrass) y del cineol como aleloquímico puro sobre *M. persicae* en cultivo de *Brassica oleracea* var. *capitata* cv. Corazón de Buey. Los productos naturales se aplicaron por pulverización directa y por papeles impregnados sobre plantas de repollo con tres a cuatro hojas verdaderas. Previo al tratamiento se colocaron en la zona del cuello 10 pulgones adultos ápteros. Los productos se formularon en solución acuosa empleando como emulsionante 2% de oleato de polietilenglicol. Las concentraciones ensayadas fueron 1, 1.5, 2 y 3% para las esencias de laurel y lemongrass y 0.5, 1.5 y 2.5% para cineol. Los porcentajes de mortalidad registrados a las 24 horas de la aplicación se analizaron mediante análisis de varianza y test de Tukey ($\alpha = 0.05$). Del análisis estadístico surge que existieron diferencias significativas tanto para las técnicas de aplicación como para las concentraciones evaluadas. Para *L. nobilis* los mayores porcentajes de mortalidad (63 %) se obtuvieron por pulverización al 3 % de esencia, mientras que para cineol los valores no superaron el 50 % de mortalidad aún a la mayor concentración utilizada. A diferencia de los productos anteriores, para lemongrass la mayor mortalidad se logró a través de la técnica de aplicación por papeles impregnados (64%) al 3% de esencia. La utilización de productos naturales para el manejo de *M. persicae* en el cultivo de repollo, podría constituir una herramienta no contaminante compatible con la preservación del medio ambiente.

S. B. PADÍN. Terapéutica Vegetal.

E. M. RICCI. Zoología Agrícola.

C. HENNING, S. RÉ, J. RINGUELET, E. CERIMELE Bioquímica y Fitoquímica. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad Nacional de La Plata. 60 y 119 (1900) CC 31. La Plata, Buenos Aires, Argentina.

E-mail: sbpadin@netverk.com.ar

Palabras clave: pulgón, mortalidad, repollo, aceites esenciales, laurel, lemongrass, cineol.

INTRODUCCIÓN

El áfido *Myzus persicae* (Sulzer) es uno de los insectos más estudiados mundialmente por el desarrollo de resistencia a pesticidas observada en 31 países y sobre un total de 69 insecticidas diferentes, entre piretroides y organofosforados (GEORGHIOU, 1990; FURIATTI &

LAZZARI, 2003). El Manejo Integrado de Plagas nació en los Estados Unidos durante los años cincuenta como respuesta a dicha problemática y a la contaminación del ambiente (HORM, 1988). Esta filosofía promueve la integración de estrategias y tácticas de control con el fin de mejorar su eficacia, minimizar los efectos de las prácticas de fitopro-

tección sobre el ambiente y la salud humana y retrasar la generación de resistencia de las plagas a los plaguicidas (BLANCO-METZLER, 1996).

En los últimos 30 años se ha intensificado el desarrollo de insecticidas botánicos y antialimentarios a partir de la utilización de productos naturales, con el fin de disminuir el impacto que produjeron los insecticidas de síntesis en el origen de resistencia en insectos plaga y sobre la mortalidad de los organismos benéficos en los distintos ecosistemas (AKHTAR & ISMAN, 2004). Las plantas producen metabolitos secundarios algunos de los cuales son volátiles y juegan un papel importante en la interacción con los insectos tanto de atracción como de repulsión (TERANISHI *et al.*, 1993). Estos aleloquímicos pueden presentar más de un mecanismo de acción sobre los insectos, por tal motivo, son promisorios para el desarrollo de insecticidas botánicos, ya que pueden actuar como tóxicos, inhibidores del crecimiento, de la reproducción o de la oviposición, como antialimentarios y/o como repelentes (AKHTAR & ISMAN, 2003).

Los aceites esenciales de las plantas pueden constituir una fuente rica de sustancias químicas bioactivas. Son comúnmente utilizados en la industria farmacéutica, alimenticia, cosmética, licorera, entre otros (BANDONI, 2000) y pueden tener un gran potencial como fitoterápicos dado que poseen un escaso efecto sobre los organismos benéficos (ISMÁN, 2000; JONES *et al.*, 2003). El aceite esencial obtenido del laurel (*Laurus nobilis* Linnaeus) tiene efecto repelente y actividad biológica sobre cucarachas (*Periplaneta americana* Linnaeus) (Machado *et al.*, 1995) y sobre los áfidos *M. persicae*, *Brevicoryne brassicae* Linnaeus y *Cavariella aegopodii* Scopoli (PADÍN *et al.*, 2002; KAHAN *et al.*, 2004). El cineol, uno de los principales componentes de la esencia de laurel, es un monoterpene cíclico considerado un aleloquímico puro. Además es un componente con probada actividad repelente sobre algunos áfidos como *M. persicae* y *B. brassicae* (RICCI *et al.*, 2002a). El aceite esencial de "lemon-grass" (*Cymbopogon citratus*) presenta efec-

to tóxico sobre huevos y adultos de *Tetranychus urticae* Koch (CHOI *et al.*, 2004) y actividad repelente sobre el "pulgón ceniciento de las coles" *B. brassicae* (RICCI *et al.*, 2002b) y el "pulgón ruso" *Diuraphis noxia* (Kurdjumov) (RICCI *et al.*, 2006).

El objetivo del trabajo fue evaluar el efecto insecticida de los aceites esenciales de *L. nobilis* y *C. citratus* y del cineol como aleloquímico puro sobre *M. persicae* en cultivo de *Brassica oleracea* var. *capitata* cv. Corazón de Buey.

MATERIAL Y MÉTODOS

Crianza y selección de insectos: Las poblaciones de *M. persicae* fueron colectadas en cultivos de repollo de explotaciones comerciales existentes en el Cinturón Hortícola del Partido de La Plata, Prov. de Buenos Aires (34° 52' de latitud S y a 57° 58' de longitud O). Las mismas fueron mantenidas sobre plantas jóvenes de *B. oleracea* var. *capitata* (cv. Corazón de Buey), en una vidriera experimental bajo condiciones ambientales naturales, a 25 ± 5 °C de temperatura y 70–80 % de humedad relativa.

Material vegetal: El material utilizado en este trabajo se obtuvo de hojas de laurel (*L. nobilis*) y de lemongrass (*C. citratus*) provenientes de plantas de la Estación Experimental Julio Hirschhorn de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata.

Obtención de los extractos vegetales: Los aceites esenciales de laurel y lemongrass fueron extraídos de hojas frescas sometidas a destilación por arrastre con vapor de agua, en destilador escala piloto con alambique de 30 litros de capacidad. Una vez recogida las esencias se trataron con sulfato de sodio para su deshidratación. El cineol se extrajo del aceite esencial de laurel por el método de la resorcina; para tal fin se mezcló la esencia con resorcina, obteniéndose una masa cristalina, que se trató con álcali para su posterior separación (MONTES, 1961).

Técnicas de aplicación: Considerando que la técnica de aplicación tiene una marca-

da incidencia en la eficiencia de los productos a evaluar y teniendo en cuenta su naturaleza química, fueron aplicados por pulverización directa y por papeles impregnados.

Pulverización: Los productos ensayados se pulverizaron directamente sobre plantas de repollo con tres a cuatro hojas verdaderas, dispuestas en macetas individuales. Se utilizó un micropulverizador accionado por bomba de vacío "Cience 2091", con motor "Degat" MA 33/4 N° 2547 de 1/3 H.P. V 220 A3 a 1450 rpm. Para el ensayo se prepararon almácigos en bandejas y posteriormente las plántulas se trasladaron a envases de 60 cm³

de capacidad con una mezcla compuesta por 3 partes de tierra, 1 de arena y 1 de turba. El material se protegió con envases de idénticas características, empleándose como tapa una malla fina de red para permitir la respiración, tanto de la planta como del áfido. En cada planta, antes de la pulverización, se colocaron con pincel en la zona del cuello, 10 pulgones adultos. Los principios bioactivos se formularon en solución acuosa empleando como emulsionante 2% de oleato de polietilenglicol (INSOL) y las concentraciones ensayadas fueron 1, 1.5, 2 y 3% para laurel y lemongrass y 0.5, 1.5 y 2.5% para cineol.

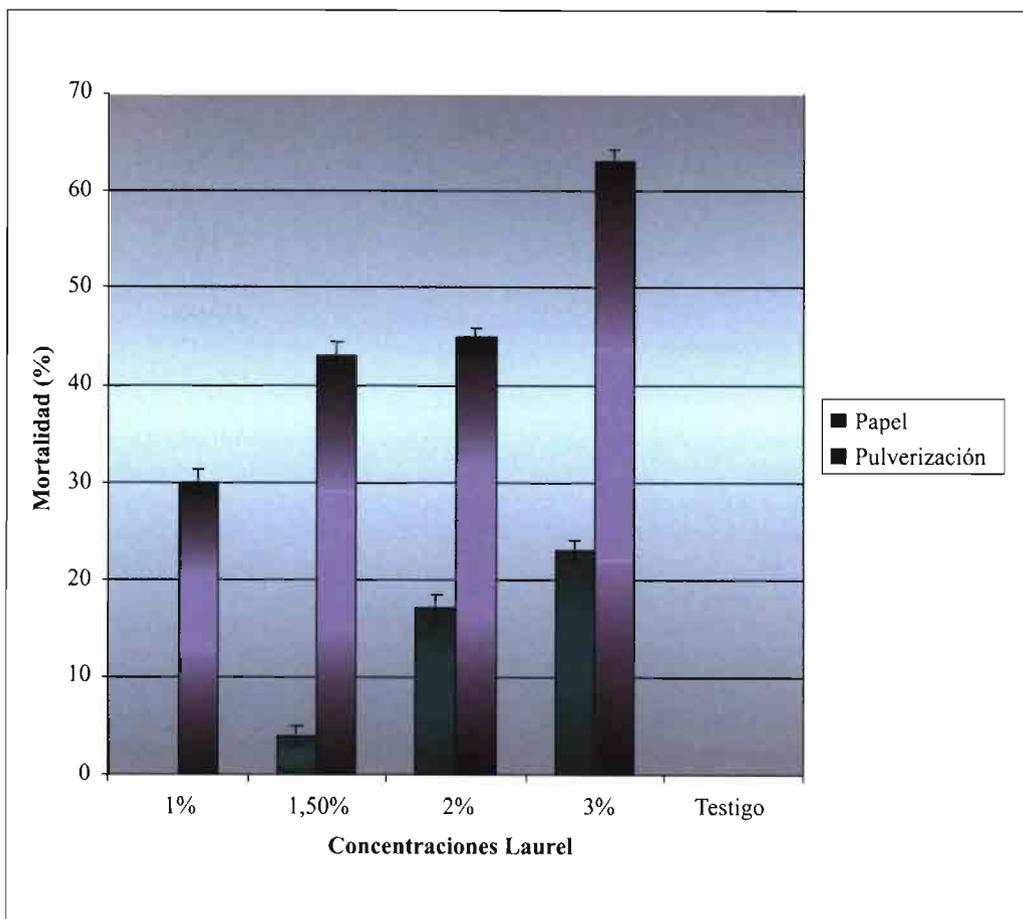


Figura 1. Porcentajes de mortalidad logrados con las distintas concentraciones de laurel (*L. nobilis*), aplicadas mediante dos técnicas de aplicación: papeles impregnados y pulverización directa.

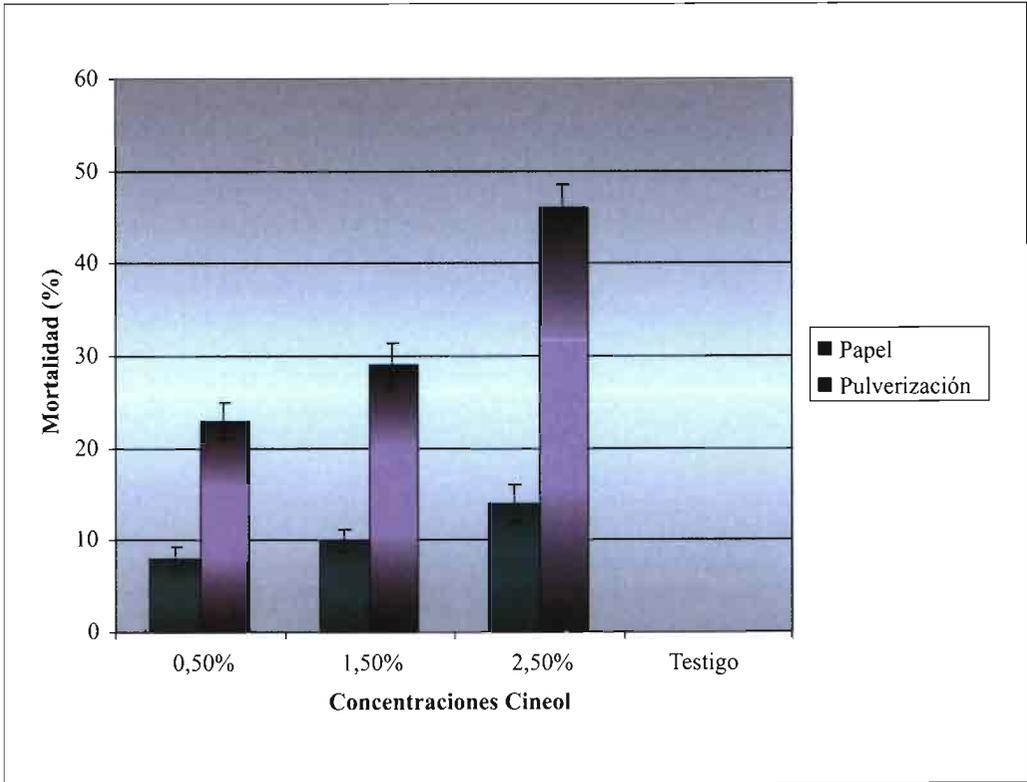


Figura 2. Porcentajes de mortalidad logrados con las distintas concentraciones de cineol (aleloquímico puro), aplicadas mediante dos técnicas de aplicación: papeles impregnados y pulverización directa.

Cada planta recibió un volumen de 0.4 ml. Se hicieron 10 repeticiones para cada tratamiento con los testigos correspondientes.

Papeles impregnados: Las condiciones del ensayo fueron las mismas que para pulverización. Las formulaciones se aplicaron con micropipeta sobre un papel de filtro a razón de 60 ml por envase. Las concentraciones ensayadas fueron: 10×10^{-3} , 15×10^{-3} , 20×10^{-3} y 30×10^{-3} $\mu\text{l/ml}$ de aire para las esencias de laurel y lemongrass, mientras que para cineol las concentraciones fueron 5×10^{-3} , 15×10^{-3} y 25×10^{-3} $\mu\text{l/ml}$ de aire. A las 24 horas de la aplicación se realizó el recuento de los pulgones muertos para las dos técnicas (pulverización y papeles impregnados) y las diferentes concentraciones ensayadas. Los valores de mortalidad

registrados se transformaron en porcentaje según la fórmula: $\text{Mortalidad (\%)} = (10 - \text{número de pulgones muertos}/10)$. Para el análisis estadístico se utilizó un ANOVA de dos vías y Test de Tukey ($\alpha = 0.05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Del análisis de los porcentajes de mortalidad logrados con la aplicación del aceite esencial de laurel, surge que existieron diferencias estadísticamente significativas tanto para las técnicas de aplicación utilizadas ($F: 429,82$; $p < 0,0001$) como para las concentraciones evaluadas ($F: 120,82$; $p < 0,0001$). Como se observa en la Fig.1, los mayores porcentajes de mortalidad (63 %) se obtuvieron con la aplicación de *L. nobilis* por pulve-

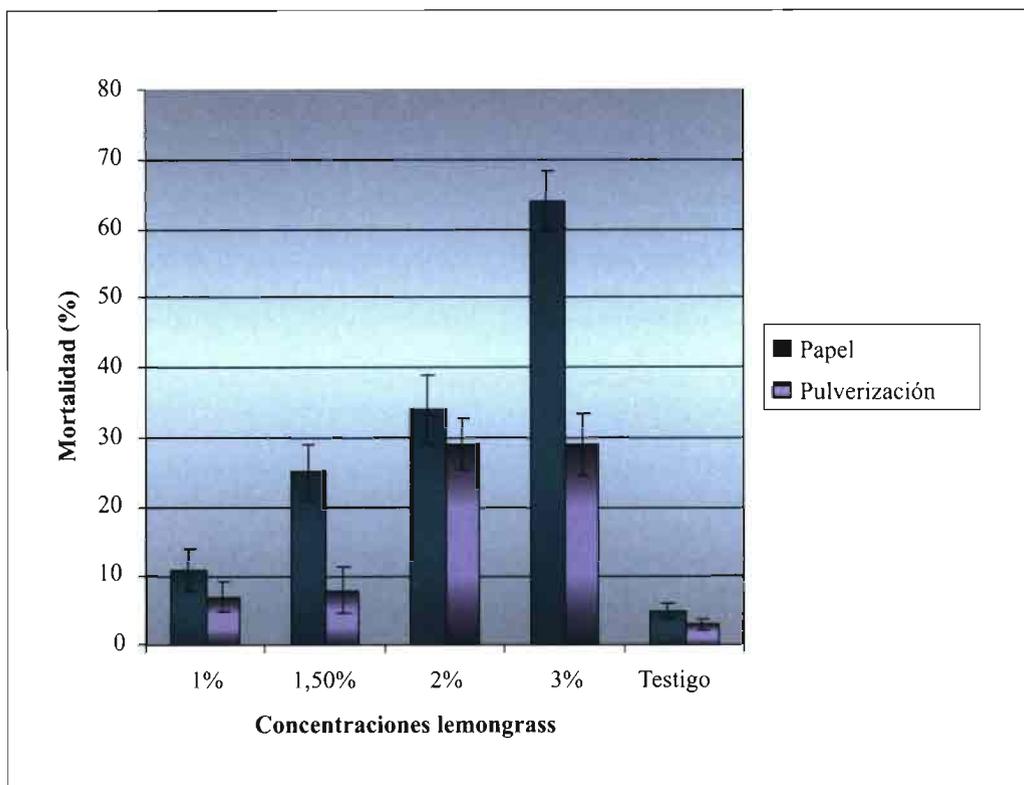


Figura 3. Porcentajes de mortalidad logrados con las distintas concentraciones de lemongrass (*C. citratus*), aplicadas mediante dos técnicas de aplicación: papeles impregnados y pulverización directa.

rización directa al 3 % de esencia, mientras que para la misma concentración, cuando se aplicó a través de papeles impregnados, se logró un 23 % de mortalidad.

Según estudios realizados por PADÍN *et al.*, (2002) quienes evaluaron el efecto repelente del aceite esencial de *L. nobilis* sobre *M. persicae* y *B. brassicae*, se determinó que la esencia de laurel produce de 60 a 90 % de repelencia. Resultados similares obtuvieron KAHAN *et al.*, (2004) sobre *M. persicae* en pimiento y lechuga y *C. aegopodii* en cultivo de apio, aplicando el aceite esencial de laurel con concentraciones similares a las utilizadas en el presente trabajo. Esto demuestra que la esencia de laurel además del efecto repelente, posee un elevado efecto tóxico sobre los áfidos en estudio.

Los resultados de mortalidad obtenidos con la aplicación del cineol como aleloquímico puro, arrojaron diferencias significativas para las técnicas de aplicación (F: 124,85; p: <0,0001) y para las concentraciones probadas (F: 70,97; p: <0,0001). Los valores alcanzados tanto para la aplicación por pulverización como para papeles impregnados, no superaron el 50 % de mortalidad aún a la mayor concentración utilizada. (Fig. 2)

El cineol es uno de los componentes mayoritarios del aceite esencial de laurel, el mismo se encuentra en un 29.3% y el linalol en un 31.3%, los demás componentes se encuentran en menor proporción, con valores inferiores al 5% (PADÍN *et al.*, 2002). Teniendo en cuenta estos antecedentes RICCI

et al. (2002a), evaluaron el efecto repelente del cineol en los áfidos *M. persicae* y *B. brassicae* sobre el cultivo de repollo, logrando valores del 96 % de repelencia cuando fue aplicado a una concentración del 2,5 %. Si bien los valores de mortalidad obtenidos con el aleloquímico puro (1,8-cineol) son inferiores a los logrados con el aceite esencial de laurel, la acción tóxica podría ser aditiva al efecto repelente.

Al evaluar los resultados obtenidos con lemongrass, se observaron diferencias significativas tanto para las técnicas de aplicación como para las concentraciones probadas (F: 8.13; p: <0.002). El mayor porcentaje de mortalidad fue de 64% cuando se utilizó la esencia a una concentración del 3% (Fig. 3). Si bien este valor es similar al obtenido con *L. nobilis* (63%), la diferencia hallada se debe a la técnica de aplicación ya que los mayores registros se obtuvieron por la técnica de papeles impregnados. Estos resultados coinciden con los obtenidos por RICCI *et al.*, 2006, quienes lograron los mayores porcentajes de repelencia con *C. citratus* en *D. noxia* utilizando la misma técnica de aplicación. Esto podría ser atribuido a una mayor

volatilidad de los componentes del aceite esencial de lemongrass.

CONCLUSIÓN

De acuerdo con los resultados obtenidos se concluye que, el aceite esencial de laurel aplicado sobre *M. persicae* en cultivo de repollo presenta valores de mortalidad que resultan promisorios para ensayar nuevas formulaciones y técnicas de aplicación. El mayor efecto insecticida obtenido con *L. nobilis*, podría ser atribuido a otros metabolitos presentes en el aceite esencial de laurel, con efecto aditivo al cineol (aleloquímico puro) uno de sus componentes mayoritarios.

Los aceites esenciales de laurel y lemongrass y el cineol, presentan efecto insecticida y repelente diferencial sobre *M. persicae* y la actividad biológica de los mismos varía considerablemente según la técnica de aplicación empleada.

La utilización de aceites esenciales para el manejo de áfidos en el cultivo de repollo, podría constituir una herramienta no contaminante compatible con la preservación del medio ambiente.

ABSTRACT

PADÍN S. B., E. M. RICCI, C. HENNING, S. RÉ, J. RINGUELET, E. CERIMELE. 2007. Control of *Myzus persicae* (Sulzer) on *Brassica oleracea* var. capitata using botanical insecticides. *Bol. San. Veg. Plagas*, 33: 187-193.

Myzus persicae (Sulzer) is one of the most studied insects in the world because of its resistance to pesticides. Plant essential oils may be an important source of bioactive chemical substances with action against it. The objective of the present study was to evaluate the insecticide effect of *Laurus nobilis* Linnaeus (laurel), *Cymbopogon citratus* Stapf (lemongrass) and cineole as pure alelochemical on *M. persicae* on *Brassica oleracea* var. capitata crop. Two application techniques were used: direct pulverization and impregnated papers on cabbage plantlets with three/four real leaves where ten adult aphids were previously placed. Essential oils and cineole were formulated in distilled water with 2% polyethyleneglicol oleate as emulsifier. Laurel and lemongrass concentrations were 1, 1.5, 2 and 3% and cineole was formulated at 0.5, 1.5 and 2.5%. Mortality percentage was analyzed with analysis of variance and Tukey test ($\alpha=0.05$). Significant differences were observed between application methods and different concentrations also. The highest mortality obtained reached 63% when 3% essence solution of *L. nobilis* was pulverized, while mortality at highest concentration for cineole did not exceed 50%. Lemongrass essential oil showed higher mortality values (64%) at 3% concentration when impregnated papers were used. Utilization of natural, non contaminant products such as those mentioned above may be a promissory tool for the control of *M. persicae* in cabbage crop.

Key words: aphid, mortality, cabbage, essential oils, laurel, lemongrass, cineole.

REFERENCIAS

- AKHTAR, Y. & M. B. ISMAN. 2003. Decreased response to feeding deterrents following prolonged exposure in the larvae of a generalist herbivore, *Trichoplusia ni* (Lepidoptera: Noctuidae). *Journal of Insect Behaviour*, **16**(6): 811-831.
- AKHTAR, Y. & M. B. ISMAN. 2004. Comparative growth inhibitory and antifeedant effects of plant extracts and pure allelochemicals on four phytophagous insect species. *Journal of Applied Entomology*, **128**: 32-38.
- BANDONI A. ED. 2000. *Los Recursos Vegetales Aromáticos en Latinoamérica*. Editorial Universidad Nacional de La Plata. 410 pp.
- BLANCO-METZLER, H. 1996. Los semioquímicos y su papel en el manejo integrado de plagas. X Congreso Nacional Agronómico. CIPROC-EEFBM, Universidad de Costa Rica. p. 93-95.
- CHOI, W. I.; S. G. LEE; H. M. PARK & Y. J. AHN. 2004. Toxicity of plant essential oils to *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) and *Phytoseiulus permisilis* (Acari: Phytoseiidae). *J. Econ. Entomol.*, **97**(2): 553-558.
- FURIATTI, R. S. & S. M. N. LAZZARI. 2003. Relação entre a atividade de esterases e a resistência de *Myzus persicae* (Sulz.) (Sternorrhyncha: Aphididae) a pirimicarbe. *Neotropical Entomology*, **32**(4): 693-697.
- GEORGHIOU, G. 1990. Overview of insecticide resistance, p. 18-41. En: M. B. Green, H. M. LeBaron & W. K. Moberg (eds.), *Managing resistance to agrochemicals from fundamental research to practical strategies*. Washington, American Chemical Society, 483 p.
- HORM, D. J. 1988. *Ecological approach to pest management*. New York, Guilford Press. 285 pp.
- ISMAN, M. B. 2000. Plant essential oil for pest and disease management. *Crop Protection*, **19**: 603-608.
- JONES, G.; C. A. M. CAMPBELL; J. HARDIE; J. A. PICKETT; B. J. PYE & L. J. WADHAMS. 2003. Integrated management of Two-spotted Spider Mite *Tetranychus urticae* on hop using Hop b-acid as an antifeedant together with the predatory mite *Phytoseiulus persimilis*. *Biocontrol Science and Technology*, **13**: 241-252.
- KAHAN, A. E.; M. RICCI; S. PADÍN & E. CERIMELE. 2004. Respuesta comparativa del efecto repelente de la esencia de *Laurus nobilis* L. sobre *Myzus persicae* Sulz. y *Cavariella aegopodii* Scop. (Hemiptera: Aphididae). *Agro-Ciencia*, **20** (2): 113-117.
- MACHADO, V. L. L.; M. S. PALMA & O. M. DA COSTA. 1995. Ação repelente das frações de óleos essenciais da folha de louro (*Laurus nobilis* L.) em ninfas e adultos de *Periplaneta americana* L. (Blattaria: Blattidae). *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, **24**: 13-20.
- MONTES, A. 1961. *Análítica de los productos aromáticos*. Colección Científica del INTA. Vol II. 184 pp.
- PADÍN, S. B.; E. M. RICCI; A. E. KAHAN; S. RÉ. & C. HENNING. 2002. Comportamiento repelente del aceite esencial de *Laurus nobilis* L. sobre *Brevicoryne brassicae* L. y *Myzus persicae* Sulz. (Homoptera: Aphididae) en repollo. *Ceiba*, **43**(2): 23-27.
- RICCI, M.; A. KAHAN; S. PADÍN, C. HENNING; P. SCEGLIO, P. CATALANO. 2002a. Utilización de metabolitos secundarios como repelentes de *Myzus persicae* Sulz. y *Brevicoryne brassicae* L. (Homoptera: Aphididae) en cultivo de repollo. *Proceeding XXIV Congreso Nacional de Entomología*. Santiago, Chile 12 al 14 de noviembre de 2002. p 52.
- RICCI, E. M.; S. B. PADÍN; A. E. KAHAN & S. RÉ. 2002b. Efecto repelente de los aceites esenciales de laurel y lemongrass sobre *Brevicoryne brassicae* L. (Homoptera: Aphididae) en repollo. *Bol. San. Veg. Plagas*, **28**: 207-212.
- RICCI, E. M.; S. PADÍN; J. RINGUELET y A. KAHAN. 2006. Utilización de aceites esenciales de lemongrass (*Cymbopogon citratus* Stapf) como repelente de *Diuraphis noxia* Kurdj. (Hemiptera: Aphididae) en trigo. *Agricultura Técnica*, **66**(3): 256-263.
- TERANISHI, R.; BUTTERY, R & SUGISAWA HIROSHI. 1993. *Bioactive Volatile Compounds from Plants*, American Chemical Society (ACS). Washington, DC Symposium Series 525. 310 pp.

(Recepción: 11 enero 2007)

(Aceptación: 10 mayo 2007)

Descripción del ciclo biológico y distribución de las principales cochinillas que afectan a las acículas de los pinos en la Comunidad Autónoma de Madrid

J. CASADO ÁLVAREZ, S. SORIA CARRERAS

Anamaspis lowi Colvée y *Leucaspis pusilla* Löw son los principales cóccidos que atacan a las acículas del género *Pinus* en la Comunidad Autónoma de Madrid. Se ha estudiado el ciclo biológico de estas dos especies durante el año 2003 en diversas localidades de esta región. *A. lowi* Colvée está ampliamente distribuido por la sierra de Guadarrama, pudiendo llegar a tener al menos dos generaciones en sus localizaciones más térmicas. Esta especie pasa el invierno como larva de segundo estadio, apareciendo las primeras formas adultas en los meses de mayo ó junio, según la climatología de la zona. *Leucaspis pusilla* Löw se distribuye por las masas de pináceas más termófilas, observándose al menos dos generaciones anuales en todas las localizaciones estudiadas, también pasa el invierno en forma de larva de segundo estadio, apareciendo las formas adultas a partir del mes de mayo.

J. CASADO ÁLVAREZ. Unidad Docente de Defensa del Monte. E.T.S.I. de Montes. Universidad Politécnica de Madrid. Ciudad Universitaria, s/n 28040 Madrid.

S. SORIA CARRERAS. Ayuntamiento de Madrid. Área de Gobierno de Medio Ambiente y Servicios a la Ciudad. Paseo de Recoletos 12. 28001 Madrid.

Palabras clave: *Pinus*, *Leucaspis pini*, *Leucaspis pusilla*, *Anamaspis lowi*.

INTRODUCCIÓN

Forman las especies de la familia *Pinaceae* extensos bosques en muchas regiones de la tierra, siendo su importancia tanto a nivel económico como a nivel ecológico de primer orden en el mundo.

En la península ibérica las masas del género *Pinus* están ampliamente repartidas por todas las provincias españolas, siendo estas masas una fuente esencial de productos forestales tales como madera, setas, resina, leñas, etc., así como un importante lugar de esparcimiento para una población cada día más urbana.

La Comunidad Autónoma de Madrid, situada en el centro de la península ibérica, cuenta con masas forestales constituidas por

cinco especies de pináceas -*Pinus sylvestris* L., *Pinus nigra* Arn., *Pinus pinaster* Ait., *Pinus pinea* L. y *Pinus halepensis* Mill. - las cuales llegan a ocupar en conjunto, según datos de la Consejería de Medio Ambiente de la Comunidad Autónoma de Madrid, una superficie de 60.332 ha, un 7,51% de la superficie total de esta región.

Los diversos patógenos que afectan al género *Pinus* han sido profusamente estudiados debido a la gran importancia de sus masas, sin embargo, en el caso de los cóccidos, no son frecuentes estudios especializados en este género, contrastando con los numerosos trabajos dedicados a otras especies vegetales que también son víctimas de estos insectos, como las diversas especies de cítricos y el olivo.

Los cóccidos desde el punto de vista de las plagas tienen una gran importancia en el campo agrícola, pero tampoco es desdeñable su papel en el mundo forestal, son muchas las especies forestales, tanto árboles como arbustos, que tienen como huéspedes a este tipo de insectos.

Sin embargo, es poca la información que se dispone sobre la biología y la incidencia de estos insectos en los medios forestales. En la bibliografía especializada podemos hallar a las diversas especies de cóccidos que atacan a los pinos caracterizados como plagas de carácter secundario u ocasional dentro de las numerosas plagas que padecen las masas de pináceas en España.

Como trabajos específicos sobre cóccidos que atacan a los pinos en España son destacables los trabajos de CADAHAÍA y MONTROYA (1967 y 1968) y CADAHAÍA (1971 y 1981).

Respecto a las especies encontradas en España sobre el género *Pinus*, en la primera y hasta ahora única monografía general de los cóccidos españoles (GÓMEZ MENOR, 1940) se citan sobre el género *Pinus* a los cóccidos *Gomezmenoraspis pinicola* Leonardí, *Anamaspis Lowi* Colvée, *Leucaspis pini* Hartig, *Leucaspis pusilla* Löw, *Gueriniella serratulae* Fabricius, *Paleococcus fuscipennis* Burn, *Nuculaspis abietis* Schr y *Dinaspidotus britannicus* Newstead.



Figura 1. Ejemplar de *Leucaspis pini* sobre una acícula de *Pinus pinea*.

En su estudio de plagas forestales de coníferas el Ministerio de Agricultura (M.A. 1965) describe a *Leucaspis pini* Hartig, *Gomezmenoraspis pinicola* Leonardí y a *Leucaspis pusilla* Löw para España.

En la edición de 1981 de esta misma obra (M.A.P.A. 1981) se vuelve a describir a *Leucaspis pini* como causante de daños y se incluye la descripción de *Matsucoccus feytaudi*, ya encontrado en España, citándose a *Matsucoccus pini* Green y a *Gomezmenoraspis pinicola* como otros cóccidos presentes en nuestros pinares.

SORIA, MORENO, VIÑUELA y DEL ESTAL (2000) realizaron una última prospección de



Figura 2. Acículas de *Pinus pinaster* con un fuerte ataque de *Anamaspis lowi*. Robledo de Chavela (Madrid).



Figura 3. Rama de *Pinus sylvestris* situada en la localidad de Somosierra (Madrid) de la cual se extrajeron mensualmente muestras para el estudio del ciclo biológico de su población de cóccidos.

los cóccidos que afectaban a los pinos españoles localizando sobre este género en España a: *Leucaspis pini*, *Leucaspis pusilla*, *Gomezmenoraspis pinicola*, *Anamaspis lowi*, *Dinaspidotus britannicus*, *Puto superbus*, *Matsucoccus matsumurae*, *Matsucoccus feytaudi*, *Paleococcus fuscipennis* y *Coccus hesperidum*.

Sin embargo, se han realizado hasta ahora pocos estudios acerca del ciclo biológico de los cóccidos que atacan con más frecuencia a las acículas de los pinos, espacio que modestamente intenta subsanar el presente trabajo.

MATERIAL Y MÉTODOS

El ámbito territorial del presente trabajo se limitó a la superficie forestal de la Comunidad Autónoma de Madrid, por ser ésta una región que reúne, pese a su pequeña extensión, cinco de las seis especies de pináceas autóctonas de la España peninsular.

Para el discernimiento del ciclo biológico de las distintas especies de cóccidos que atacan a las acículas de los pinos en la Comunidad Autónoma de Madrid se establecieron quince zonas de muestreo situadas lo más lejanas posibles las unas de las otras de forma que se cubriera bien el territorio de la Comunidad de Madrid.

Las zonas de muestreo fueron previamente definidas en gabinete utilizando la información cartográfica proporcionada por el Segundo Inventario Forestal Nacional.

Una vez que era detectada la presencia de cóccidos en las acículas de los pinos de cada zona de muestro, se estableció en cada una de ellas una parcela de toma de muestras o parcela de muestreo.

La extensión de las parcelas de toma de muestras en un principio quedó reducida a su mínima extensión, en aquellas zonas donde la población de cóccidos era abundante la extensión se limitó a una rama o a un árbol concreto, en aquellas otras en las cuales la densidad era menor se amplió la parcela a varios árboles.

De estas 15 parcelas se recolectaron mensualmente muestras consistentes en ramillas

y acículas desde Diciembre de 2002 a Noviembre de 2003.

Las muestras una vez recogidas eran enviadas inmediatamente al Laboratorio del Medio Natural que el Servicio de Parques y Jardines de Patrimonio Nacional tiene en la ciudad de Madrid.

En dicho laboratorio se realizaron preparaciones para microscopia de los cóccidos hallados en las muestras recolectadas; Dichas preparaciones se realizaron según las técnicas descritas por GÓMEZ MENOR (1940) usando como tinción fucsina ácida.

Debido a la especial biología y anatomía de estos insectos, la preparación para microscopia de los cóccidos recolectados era la única forma a priori de determinar tanto la especie como el estadio de desarrollo de los especímenes capturados. Se realizaron un total de 338 preparaciones lo que supone fácilmente la preparación de más de un millar de individuos ya que en cada preparación se incluyeron varios ejemplares.

Respecto a los cóccidos utilizados para las preparaciones, se escogieron al azar dentro de cada una de las 15 muestras traídas mensualmente de campo, esto fue así hasta los meses de mayo ó junio (según su origen), en los cuales empezaron a aparecer individuos instalados en las acículas nuevas del año 2003. Esto obligó a hacer preparaciones separadas de los cóccidos procedentes de las acículas del año 2003 por un lado, y del resto por otro.

Así mismo, se escogieron para las preparaciones cóccidos de todos los estadios evolutivos encontrados en la muestra tanto en las acículas nuevas como en las de años anteriores, sin distinguir sexo ni especie.

Los cóccidos de las acículas nuevas tiene una gran importancia ya que al ser las hembras ápodas, la aparición de hembras con huevos o larvas en estas acículas, indica la existencia de al menos una segunda generación en esa zona.

Con la información proporcionada por las preparaciones se completaron para cada especie distintas matrices espacio-temporales, las cuales facilitaron el conocimiento aproximado del ciclo biológico de estos insectos en la región de Madrid.

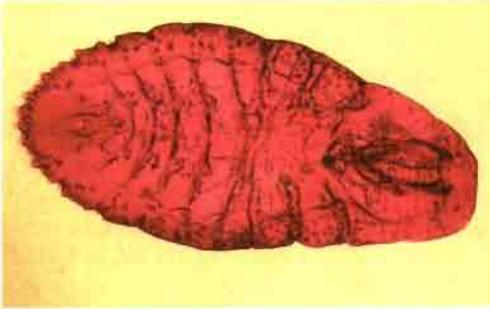


Figura 4. Larva de segundo estadio (L₂) preparada para su observación perteneciente a la especie *Anamaspis lowi*.

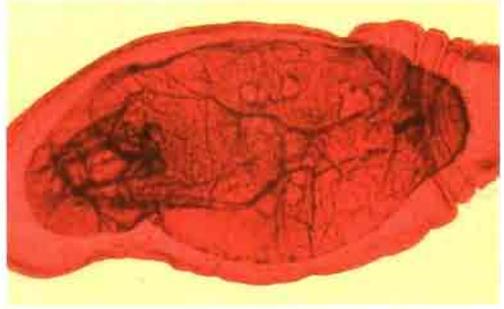


Figura 5. Hembra adulta de *Leucaspis pusilla* en el interior de su exuvia L₂.

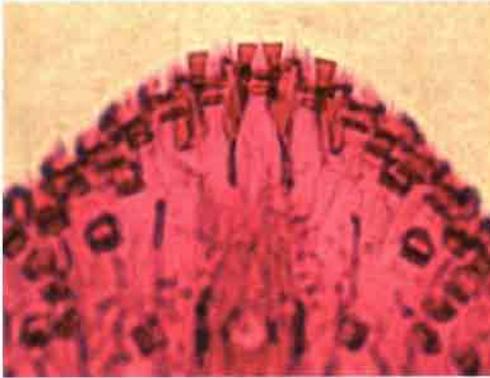


Figura 6. Detalle del pigidio de un ejemplar de *Leucaspis pini*.

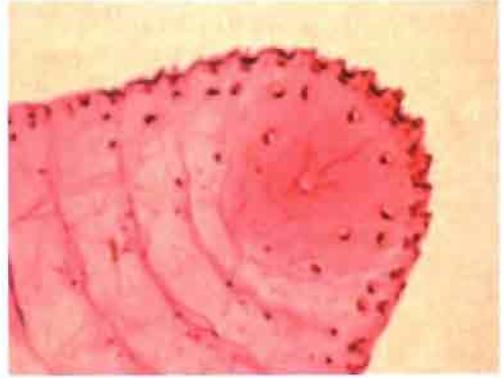


Figura 7. Detalle del pigidio de un ejemplar de *Leucaspis pusilla*.

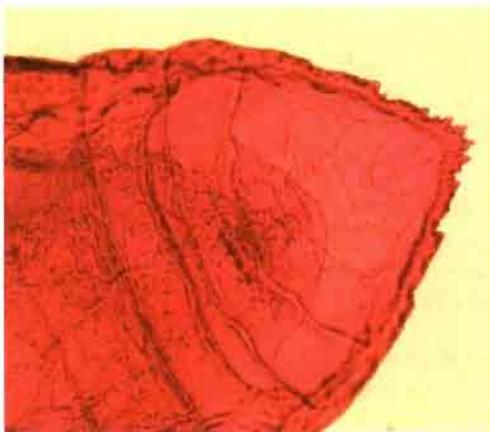


Figura 8. Detalle del pigidio de una hembra de *Anamaspis lowi* en el interior de la exuvia de su L₂.

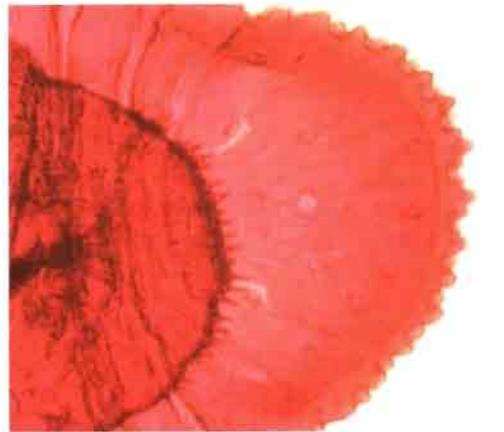


Figura 9. Detalle del pigidio de una hembra de *Leucaspis pusilla* en el interior de la exuvia de su L₂.

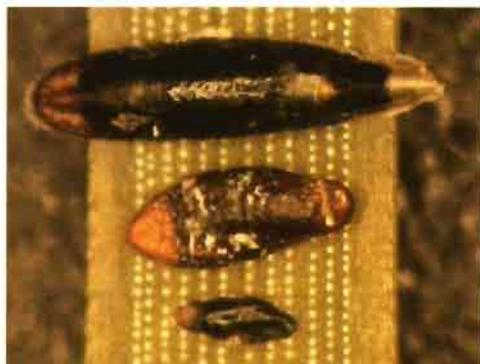


Figura 10. Exuvias de larvas de segundo estadio desprovistas de su escudo protector pertenecientes a las tres especies encontradas. De arriba a abajo: *Leucaspis pini*, *Anamaspis lowi* y *Leucaspis pusilla*. Las hembras adultas se encuentran en su interior. (Fotografía preparada).

Para un mejor conocimiento de la distribución de las especies implicadas, se enviaron a laboratorio en otoño de 2003 muestras únicas procedentes de otras 14 localizaciones adicionales situadas en la región de Madrid, con el objetivo de determinar la especie o especies de cóccidos existentes en esas zonas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se encontraron con facilidad cóccidos sobre las acículas de los pinos en todas las

zonas previamente definidas en gabinete, exceptuando la zona de muestreo situada en el término municipal de San Martín de la Vega, la cual fue sustituida por otra parcela situada el término municipal limítrofe de Arganda del Rey en el cual sí se encontraron cóccidos.

Las especies de cóccidos encontradas en la Comunidad Autónoma de Madrid fueron tres: *Leucaspis pini* Hartig, *Anamaspis lowi* Colvée y *Leucaspis pusilla* Löw. No se encontró *Gomezmenoraspis pinicola*, ni ningún otro cóccido en ninguna de las numerosas muestras traídas de campo. De estas tres especies de cóccidos destacan por su abundancia y amplia distribución en la Comunidad Autónoma de Madrid dos especies: *Anamaspis lowi* y *Leucaspis pusilla*.

Anamaspis lowi fue encontrado sobre acículas de *Pinus sylvestris* en los términos municipales de Somosierra, Braojos, Rascafría, Lozoya y San Lorenzo del Escorial. También fue encontrado sobre *Pinus pinaster* en Buitrago de Lozoya, Lozoyuela, Collado Mediano, Guadarrama, San Lorenzo de El Escorial, Robledo de Chavela y Rozas de Puerto Real. Por último, además fue encontrado sobre *Pinus nigra* en Collado Mediano y Buitrago de Lozoya.

Leucaspis pusilla fue encontrado sobre acículas de *Pinus pinea* en Galapagar, Navas del rey, Cadalso de los Vidrios, Navalcarne-



Figura 11. Colonia de formada por numerosos ejemplares de *Leucaspis pusilla*.



Figura 12. Colonia de formada por varios ejemplares *Anamaspis lowi*.

ro y en diversas zonas de la ciudad de Madrid como Ciudad Universitaria, Moratalaz o Casa de Campo. Además fue encontrado sobre *Pinus halepensis* en los términos municipales de Arganda del Rey, Rivas Vaciamadrid, Batres, Alcalá de Henares y Villarejo de Salvanés. Por último también fue encontrado sobre *Pinus nigra* en Villaviciosa de Odón y Navalcarnero, y sobre *Pinus pinaster* en Navalcarnero y en la Ciudad Universitaria de Madrid.

Leucaspis pini sólo fue encontrado de forma esporádica en muestras recogidas en los términos municipales de Rascafría sobre *Pinus sylvestris*, Collado Mediano sobre *Pinus nigra*, Guadarrama sobre *Pinus pinaster* y Navalcarnero sobre *Pinus pinea*, así como en ejemplares jóvenes de *Pinus pinea* recién plantados en la Casa de Campo, siendo muy probable que en este caso se trate de una población introducida en la zona a partir de una infestación previa en vivero.

Anamaspis lowi y *Leucaspis pusilla* son sin lugar a dudas los dos cóccidos más comunes en la Comunidad Autónoma de Madrid, distribuyéndose ambas especies de forma complementaria en esta región.

Leucaspis pusilla parece dominar en exclusividad los pinares de *Pinus halepensis* del sureste regional y las masas de *Pinus pinea* que se extienden por la zona central y occidental de la región, apareciendo además en esta zona sobre *Pinus nigra* y *Pinus pinaster* en parques y áreas recreativas donde se han plantado estas dos especies.

Anamaspis lowi, por el contrario, parece extenderse por toda la sierra de Guadarrama, siendo muy común encontrarlo en las masas de *Pinus pinaster* y *Pinus nigra* que habitan en las estribaciones meridionales de esta sierra. Sobre *Pinus sylvestris* también es muy fácil encontrar esta especie, sobre todo en las masas de pino silvestre situadas a menor altitud, ya que la densidad de las poblaciones de *Anamaspis* parece descender según ascienden en altura las masas de pino silvestre.

Anamaspis parece limitar su distribución en la región de Madrid a la sierra de Guadarrama y a sus estribaciones inmediatas, de tal



Figura 13. Macho perteneciente a la especie *Leucaspis pini*.

manera que no parece capaz de extenderse ni colonizar las masas más térmicas formadas principalmente por *Pinus pinea* situadas a una cota más baja, y mucho menos aún, de colonizar las masas de *Pinus halepensis* del sureste regional.

Leucaspis pusilla por su parte, no fue encontrado en masas de *Pinus pinaster* y *Pinus nigra* de la sierra, pero sí en las masas de *Pinus pinea* adyacentes situadas a más baja cota por lo que parece que esta especie, al contrario que *Anamaspis*, posee un límite térmico superior que le impide establecerse en zonas de clima más riguroso.

Pese a la amplia distribución tanto de *Anamaspis lowi* como de *Leucaspis pusilla*, no se encontraron muestras en las cuales convivieran ambas especies, lo que indica que ambas especies se complementan dentro del territorio estudiado, siendo *Leucaspis pusilla* dominante en las masas de pinar más puramente mediterráneas como son los pinares de *Pinus pinea* y de *Pinus halepensis*, mientras que *Anamaspis lowi* es una especie que se distribuye por zonas que soportan un clima más riguroso, dominado las masas de *Pinus sylvestris*, *Pinus nigra* y *Pinus pinaster*, tanto de origen natural como repoblado, que se extienden por la Sierra de Guadarrama y sus estribaciones.

Leucaspis pini por el contrario parece tratarse de una especie muy eurioica, ya que ha

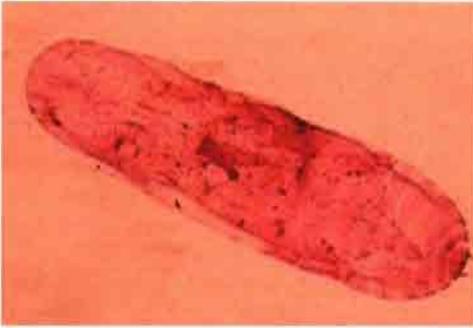


Figura 14. Prepupa de un macho de *Leucaspis pusilla*.

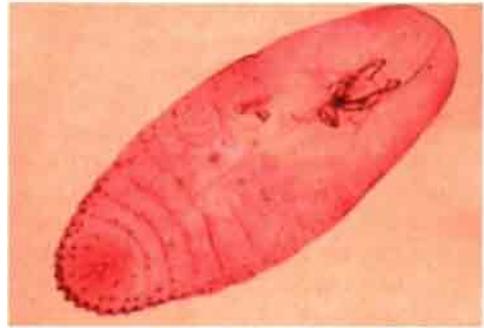


Figura 15. Larva de segundo estadio (L₂) de *Leucaspis pusilla*.

sido encontrada a 1.700 metros de altura en Rascafría sobre *Pinus sylvestris* y en Navalcarnero sobre *Pinus pinea* a apenas 670 metros.

Pese a su elevada adaptabilidad *Leucaspis pini* es mucho menos común en la región madrileña que las otras dos especies de cóccidos citados, apareciendo tan sólo de forma esporádica en masas de pináceas dominadas por las dos especies citadas anteriormente. Podemos afirmar que, al menos en el año 2003, la población de este cóccido era con mucho muy inferior a las poblaciones de los otros dos cóccidos con los que comparte las acículas de los pinos madrileños.

Esto fortalece la hipótesis formulada por el coccidiólogo Gómez-Menor, el cual afirmaba en 1940 que muchas de las referencias

de *Leucaspis pini* tanto en la Comunidad de Madrid como en otras regiones limítrofes son en realidad localizaciones de *Anamaspis lowi*.

Respecto al ciclo biológico de estos insectos, sólo fue posible determinarlo en las dos especies más abundantes en la zona: *Anamaspis lowi* y *Leucaspis pusilla*, ya que los especímenes encontrados pertenecientes a la especie *Leucaspis pini* tan sólo aparecieron de forma anecdótica en alguna de las localizaciones estudiadas.

Las distintas poblaciones de *Leucaspis pusilla* en la región de Madrid tienen un ciclo biológico muy uniforme, no encontrándose grandes diferencias entre las poblaciones más occidentales, como las situadas en las masas de *Pinus pinea* en

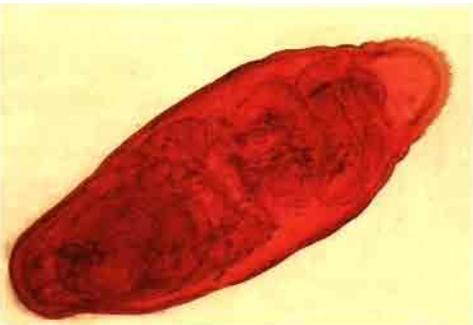


Figura 16. Hembra de la especie *Leucaspis pusilla* con huevos en el interior de la exuvia de su L₂.

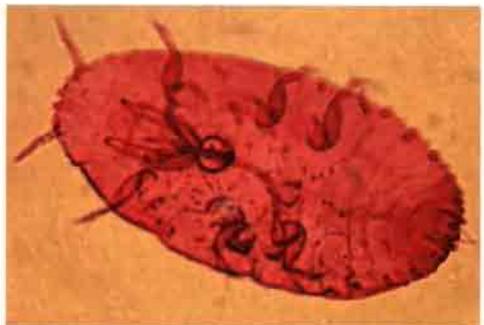


Figura 17. Larva de primer estadio de *Leucaspis pusilla*.

Galapagar o Navas del Rey, con las masas de *Pinus halepensis* de Arganda del Rey o Villarejo de Salvanes situadas en la zona sureste de la región.

Las poblaciones de *Leucaspis pusilla* en la región de Madrid pasan el invierno en forma de larva de segundo estadio (L_2) conviviendo en una misma acícula futuros machos y hembras con los restos de las hembras del año anterior ya muertas.

A mediados del mes de febrero empiezan a distinguirse las primeras prepupas de machos pertenecientes a esta especie, diferenciándose del resto de las larvas de segundo estadio que darán lugar a hembras adultas. Estas larvas, a diferencia de las pupas de los futuros machos que no se alimentan, comienzan de nuevo a succionar savia con la llegada de la primavera.

En el mes de mayo aparecen ya machos alados totalmente formados y hembras adultas, así como larvas de segundo estadio y pupas de machos de individuos más retrasados. Es en este mes cuando se empiezan a producir los primeros apareamientos, pues en el mes de junio es posible encontrar hembras con huevos ó con larvas de primer estadio (L_1) formadas y larvas de primer estadio ya

instaladas cerca de sus madres o en las acículas nuevas del año que acaban de brotar.

En el mes de junio debido a que el estado de desarrollo de las poblaciones no es homogéneo, es posible observar, en una misma acícula, aparte de larvas de primer estadio y hembras con larvas y huevos, larvas de segundo estadio más retrasadas, así como pupas de machos y machos ya formados.

Un mes después, en julio, aparecen en las acículas nuevas del año hembras con larvas L_1 en el interior de la exuvia de las larvas L_2 que sirven de protección tanto a las hembras como a su descendencia. Esto indica sin lugar a dudas que esta especie en la región de Madrid es capaz de completar su ciclo biológico en apenas dos meses. Las larvas de primer estadio nacidas en junio una vez desplazadas a las acículas brotadas en primavera son capaces fijarse a su nueva ubicación, pasar a larva de segundo estadio, después a hembra adulta y concebir una nueva generación a finales de julio, es decir en apenas dos meses han completado su ciclo biológico.

Como es lógico en julio siguen apareciendo larvas de segundo estadio, esta vez procedentes de las larvas L_1 nacidas a finales de primavera, de forma que en todos los meses

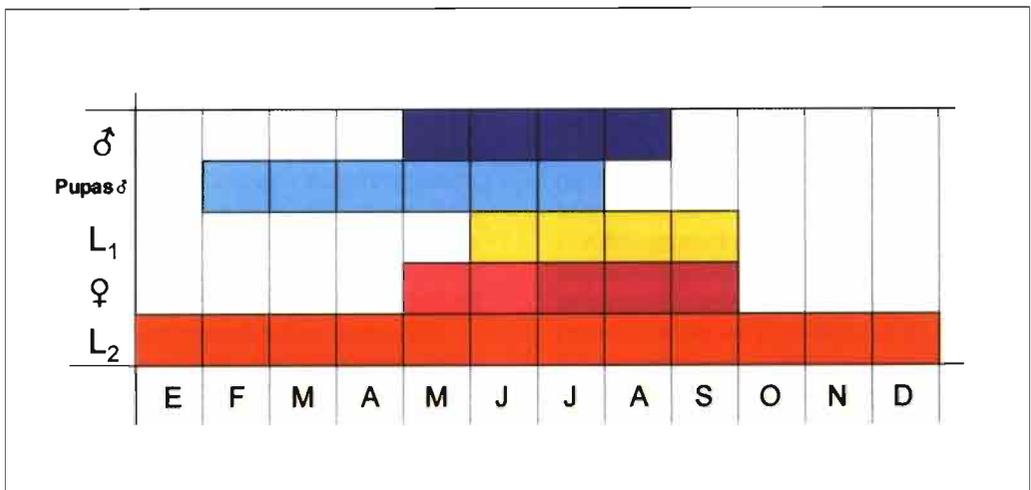


Figura 18. Ciclo biológico de *Leucaspis pusilla* en la Comunidad Autónoma de Madrid (En morado se indica la presencia de hembras con larvas o huevos en las acículas del año 2003).



Figura 19. Pupa de macho perteneciente a la especie *Anamaspis lowi*.



Figura 20. Larva de segundo estadio de *Anamaspis lowi*.

del año es posible localizar larvas L_2 . Estas larvas forman el grueso poblacional de estas especies a lo largo del año, siendo por otro lado, los individuos más peligrosos, pues son, con las larvas L_1 , los únicos estadios que se alimentan (las pupas de los machos, los machos adultos y las hembras no lo hacen).

Durante el resto del verano hasta el mes de octubre siguen apareciendo tanto larvas de primer estadio como de segundo, hembras con huevos, larvas y pupas de machos y machos adultos.

Con la llegada de los primeros fríos, hacia finales de Septiembre, el período reproductivo de esta especie se detiene, dejando de aparecer hembras vivas a partir del mes de octubre.

De este modo, al llegar el invierno y producirse la paralización de la savia, fenómeno que obliga a estos insectos a detener su crecimiento, las poblaciones de *Leucaspis pusilla* se componen de larvas de segundo estadio en diferentes grados de desarrollo según hayan nacido a mediados o a finales de verano y de restos de hembras muertas cuyos restos pueden permanecer en las acículas durante bastante tiempo.

Saber el número exacto de generaciones que es capaz de generar esta especie durante los meses de verano es de difícil discernimiento pues el desfase en el desarrollo de los ejemplares de una misma población hace que aparezcan individuos en diversos esta-

dios evolutivos al mismo tiempo impidiendo de este modo conocer el número exacto de generaciones.

El ciclo biológico de *Anamaspis lowi* por su parte, parece estar más influenciado por las condiciones climáticas de la estación en las que se ubican las distintas poblaciones, pues en este trabajo se han llegado a discernir tres ciclos distintos para esta especie en función de la procedencia de las muestras.

Las poblaciones situadas a mayor altitud sobre masas *Pinus sylvestris*, como las halladas en Somosierra a 1.400 metros de altitud, pasan el invierno en forma de larva de segundo estadio protegidas de las inclemencias climáticas por el grueso escudo algodonoso que genera esta especie.

En esta zona, en el mes de mayo comienzan a aparecer las primeras prepupas de los futuros machos de esta especie, no apareciendo los primeros machos y hembras adultas hasta bien entrado el mes de junio.

En el mes de julio ya es posible encontrar hembras con larvas de primer estadio en el interior de la exuvia de las larvas L_2 , también en este mes se pueden observar larvas L_1 en las acículas nuevas generadas en primavera. En las acículas de años anteriores siguen apareciendo larvas de segundo estadio mientras que en las acículas nuevas solo aparecen en este mes larvas L_1 .

El período reproductivo en esta zona parece extenderse sólo a los primeros meses del verano, pues en Septiembre ya no se obser-

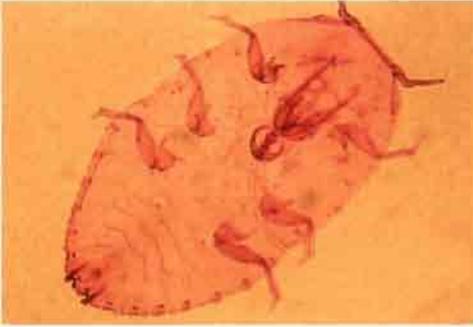


Figura 21. Larva de primer estadio de *Anamaspis lowi*.

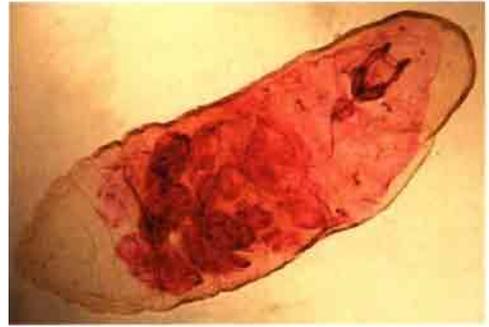


Figura 22. Hembra de *Anamaspis lowi* con su descendencia en el interior de la exuvia de su L₂.

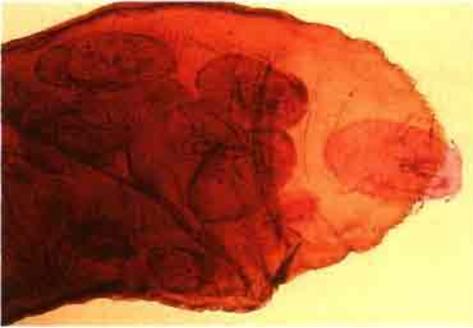


Figura 23. Larva de primer estadio de *Anamaspis lowi* abandonando la exuvia de la L₂ de su madre en la que se ha formado.

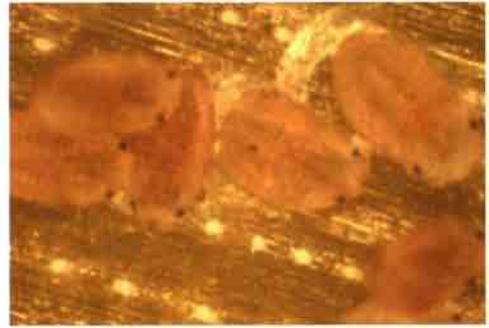


Figura 24. Larvas de L₁ de *Anamaspis lowi* recién fijadas en una acícula. Algunos ejemplares ya han comenzado a fabricar su escudo protector.

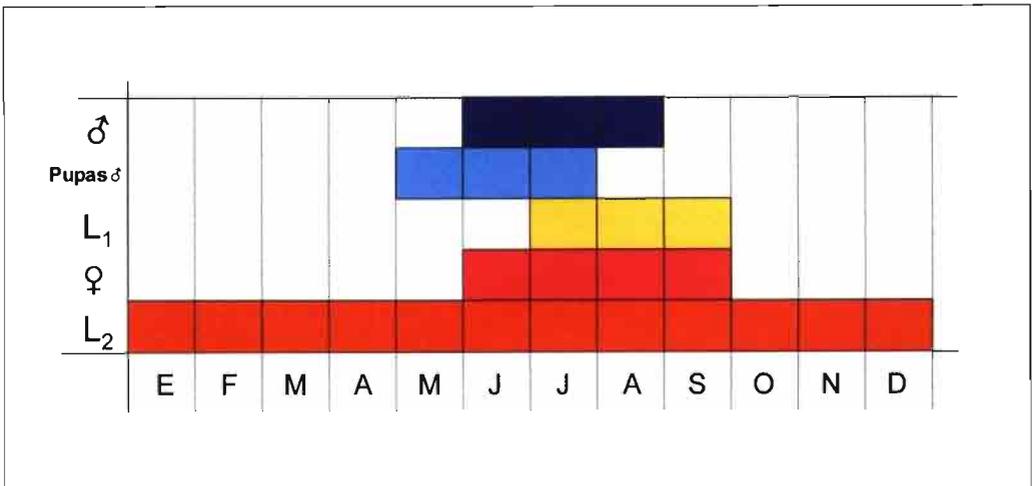


Figura 25. Ciclo biológico de *Anamaspis lowi* en la localidad de Somosierra (Madrid)

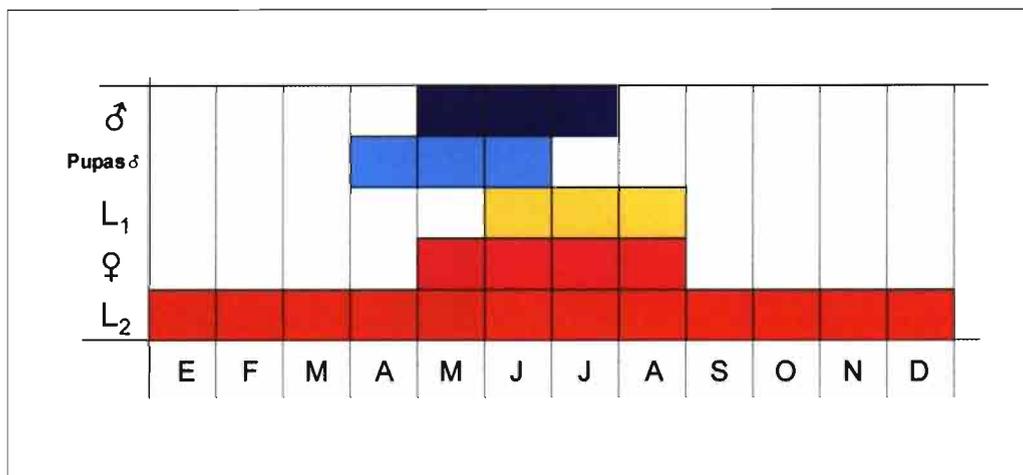


Figura 26. Ciclo biológico de *Anamaspis Lowi* en Collado Mediano y Buitrago de Lozoya (Madrid).

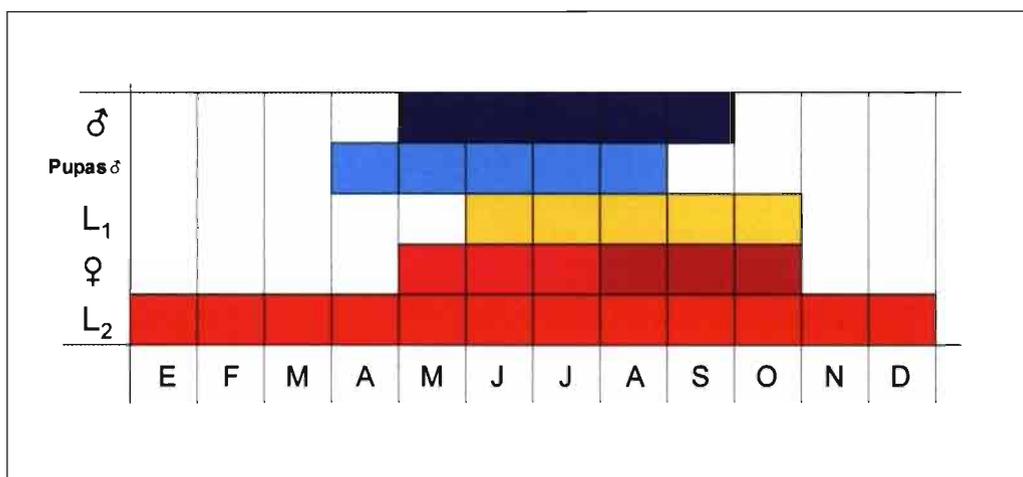


Figura 27. Ciclo biológico de *Anamaspis lowi* en Robledo de Chavela (Madrid) (En morado se indica la presencia de hembras con larvas o huevos en las acículas del año 2003)

van ni machos ni pupas de machos, dejando de aparecer hembras vivas en el mes de octubre. En estas zonas de clima extremado el periodo de dispersión de esta especie se reduce a los tres meses de verano.

En localizaciones situadas a menor altitud, como Collado mediano o Buitrago de Lozoya, el ciclo anterior parece repetirse pero con un mes de antelación aproximadamente.

En estas zonas más templadas, empiezan a aparecer las pupas de los machos en el mes de abril produciéndose los apareamientos entre los meses de mayo y junio, generando las hembras larvas de primer estadio durante los meses de junio, julio y agosto. En septiembre ya no se observan ni machos ni hembras vivas, dándose por terminada la estación reproductiva en la zona en este mes.

En localizaciones aún más térmicas, como ocurre en las masas de *Pinus pinaster* de Robledo de Chavela, *Anamaspis lowi* es capaz de generar al menos dos generaciones al año, pues en el mes de agosto se observan hembras adultas con larvas en las acículas nacidas en la primavera pasada.

En esta zona, *Anamaspis lowi* es capaz de generar larvas de primer estadio desde junio hasta mediados de octubre, siendo por tanto el periodo de dispersión de esta especie en esta localización más prolongado en el tiempo que en el caso de *Leucaspis pusilla*.

En el mes de noviembre dejan por fin de aparecer larvas de primer estadio en esta zona. Las larvas L₁ nacidas en octubre se han transformado ya en larvas L₂, las cuales acompañadas por el resto de larvas de segundo estadio más desarrolladas y por los restos de hembras muertas pasaran juntas el invierno hasta la próxima primavera.

CONCLUSIONES

Aunque los ciclos biológicos de las dos especies más frecuentes en los pinares madrileños – *Leucaspis pusilla* y *Anamaspis lowi*– sean a grandes rasgos parecidos, es cierto que se ha detectado una mayor flexibilidad en el caso de *Anamaspis lowi*, especie que parece adaptar su ciclo vital a los diferentes condiciones que se producen en los pinares situados en zonas montañosas. Mientras *Leucaspis pusilla*, especie que ocupa los pinares situados en zonas más bajas y llanas, tiene un ciclo biológico más inelástico.

De todos modos, conviene profundizar, mediante futuros estudios, el conocimiento acerca de la biología y la distribución de estos extendidos cóccidos en el resto de España debido al potencial daño que estas especies pueden llegar a causar en nuestras masas de pinar.

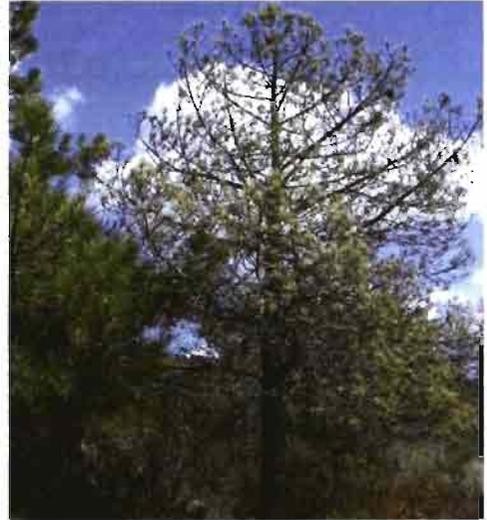


Figura 28. Ejemplar de *Pinus pinaster* en Robledo de Chavela con un fuerte ataque de *Anamaspis lowi*. En este ejemplar es patente a simple vista tanto la clorosis como la microfilia de sus acículas, síntomas típicos de un ataque intenso de *Anamaspis*. A la izquierda, un ejemplar de la misma especie con un nivel de ataque mucho menor.

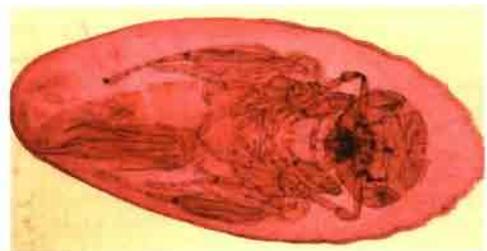


Figura 29. Himenóptero calcificado en el interior de una larva L₂ de *Anamaspis lowi*. La aparición de este tipo de parásitos fue relativamente frecuente, siendo probablemente estos himenópteros un factor muy importante de control de las poblaciones de estos dañinos insectos.

ABSTRACT

CASADO ÁLVAREZ J., S. SORIA CARRERAS. 2007. Description of the biological cycle and distribution of the main scale insects that attack *Pinaceae* needle in the region of Madrid (Spain). *Bol. San. Veg. Plagas*, **33**: 195-207.

Anamaspis lowi Colvée and *Leucaspis pusilla* Löw are the main scale insects that attack *Pinaceae* needle in the region of Madrid (Spain). The biological cycle of this two species has been studied during year 2003 in some villages of this region. *A. lowi* Colvée is very common in the *sierra* of Guadarrama, and can even have two generations at least in his more thermic localities. This species survives the winter as a larva L₂, appearing the first adult forms in the months of may or june (it depends on the weather of the zone). *Leucaspis pusilla* Löw is distributed around the most thermic pine forest of the area, and it can be observed at least two annual generations in every studied localitations, it also survives the winter as a larva L₂, appearing the first adult forms in the first days of may.

Key words: *Pinus*, *Leucaspis pini*, *Leucaspis pusilla*, *Anamaspis lowi*.

REFERENCIAS

- BLAY, A. 1992: La familia Diaspididae Targioni-Tozzeti, 1896 de España Peninsular y Baleares (Insecta, Homoptera: Coccoidea). Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Complutense de Madrid.
- CADAHÍA, D. 1981: Análisis de la situación de las plagas de insectos y enfermedades forestales en España, y en particular de la investigación especializada en este campo. *Bol. Serv. Plagas*, **7**:199-207.
- CADAHÍA, D. 1982: *Paleococcus fuscipennis* Burm. Homoptera Margarodidae plaga de los pinos de las costas de Huelva. *Bol. Serv. Plagas*, **8**: 201-215.
- CADAHÍA, D. 1983: Nuevos problemas fitosanitarios. *Bol. Serv. Plagas*, **9**: 275-285.
- CADAHÍA, D. CADAHÍA MONTOYA, R. 1967: *Matsucoccus feytaudi* Due. Un peligroso enemigo para *Pinus pinaster*, sólo en España. *Bol. Serv. Plagas forestales*, **X** (20): 95-103.
- CADAHÍA, D. CADAHÍA MONTOYA, R. 1968: Prospección de *Matsucoccus feytaudi* Due. y *M. pini* Green (Homoptera Margarodidae) en la mitad Norte de España. *Bol. Serv. Plagas Forestales*, **XI** (22): 133-135.
- DEL ESTAL, P., SORIA, S. CADAHÍA VIÑUELA, E. 1994: Localización y ciclo biológico de *Nuculaspis regnieri*, Balachowsky . 1928 (Homoptera, Diaspididae) en la zona centro de España. *Bol. San. Veg. Plagas*, **20**: 477-486.
- CEVALLOS, G. 1941: Las tribus de los himenópteros de España Instituto Español de Entomología. Madrid
- DGCONA 1998: Segundo inventario forestal nacional 1986-1996. Ministerio de Medio Ambiente.
- GÓMEZ MENOR, J. 1940: Cócidos de España. INIA. Madrid
- GÓMEZ MENOR, J. 1946: Adiciones a los cócidos de España. Ia nota. EOS 22: 59-106.
- GÓMEZ MENOR, J. 1948: Adiciones a los cócidos de España. 2a nota. EOS 24:55-121.
- GÓMEZ MENOR, J. 1954: Adiciones a los cócidos de España. 3a nota. EOS 30:119-148.
- GÓMEZ MENOR, J. 1955: Cochinitillas que atacan a los frutales. Fam. Diaspididae. *Bol. Pat. Veg. y Entomol. Agric.*, **XXII**: 1-107.
- GÓMEZ MENOR, J. 1957b: Adiciones a los cócidos de España. 4a nota. EOS 33:39-86.
- GÓMEZ MENOR, J. 1960: Adiciones a los cócidos de España. 5a nota. EOS 36:157-204.
- GÓMEZ MENOR, J. 1965: Adiciones a los cócidos de España. 6a nota. EOS 41:87-114.
- GÓMEZ MENOR, J. 1968: Adiciones a los cócidos de España. 7a nota. EOS 43:541-563.
- M.A. (Ed.) 1965: Principales insectos que atacan a las resinosas en España. Minist. de Agricultura. Dir. Gral. De Montes, Caza y Pesca fluvial. 155 pp.
- M.A.P.A. (Ed.) 1981: Plagas de insectos en las masas forestales Españolas. Madrid. 254 pp.
- SORIA, S.; M. MORENO; E. VIÑUELA y P. DEL ESTAL. 2000: Principales cochinitillas de los pinos españoles. *Bol. San. Veg. Plagas*, **26**: 335-248.
- SORIA, S., CADAHÍA, y CARRASCAL J. F. 1993: Presencia de *Cryptococcus fagisuga* Lindinger (Homoptera: Cryptococcidae) en España. *Bol. San. Veg. Plagas*, **19**: 117-121.
- SORIA, S., CADAHÍA, D. y MUÑOZ, A. 1993: El género *Carulaspis* Mac.Gilluray 1921 (Homoptera, Diaspididae) en los jardines del Patrimonio Nacional. *Bol. San. Veg. Plagas*, **19**: 273-284.
- SORIA, S., CARRASCAL J. F. y DEL ESTAL, P. 1996: *Adelges* (Guilletteella) *cooleyi* (Guillette) y *Pinus pini* (Maquart) dos adelgidos de coníferas nuevos para la fauna española. *Bol. San. Veg. Plagas*, **22**: 37- 43.
- SORIA, S., DEL ESTAL, P. y VIÑUELA, E. 1996: Los cócidos del Tejo (*Taxus baccata* L.) en España. *Bol. San. Veg. Plagas*, **22**: 241-249.
- SORIA, S., DEL ESTAL, P. y VIÑUELA, E., 1998: *Physokermes hemicryphus* (Dalman) y *Xylococcus filiferus* Low, dos cócidos forestales nuevos para la fauna española. *Bol. San. Veg. Plagas*, **24**: 219-224.
- ROMANYK, N. y CADAHÍA, D. 1992: Plagas de insectos en las masas forestales españolas. M.A.P.A. ICONA. Col. Técnica. Madrid. 272 pp.

(Recepción: 19 enero 2007)

(Aceptación: 6 febrero 2007)

Disminución cuantitativa de la cosecha en cebada por ataque de *Cnephasia pumicana* en Castilla y León

I. ARMENDÁRIZ, Y. SANTIAGO, A. PÉREZ-SANZ, L. DE LA IGLESIA, G. CAMPILLO, L. MIRANDA, C. ALBERTE, J. BLÁZQUEZ

La polilla del cereal, *Cnephasia pumicana*, es una de las principales plagas agrícolas en Castilla y León. Durante los años 2004 al 2006 se ha estudiado la disminución provocada por esta plaga en la producción de cebada en Fompedraza (Valladolid). Los factores estudiados son las variedades de cebada (Garbo, Graphic, Hispanic y Naturel) y la fecha de siembra, así como los distintos daños provocados en el grano. El daño más abundante es el de espigas sin abrir, seguido por el de daños en grano y el de espigas blancas. La estimación económica indica que el tratamiento está justificado ya que la disminución media de producción en ausencia de tratamiento es de 850 kg/ha. La variedad empleada, la climatología, la fecha de siembra así como la situación de la parcela respecto a la fuente de larvas, condicionan el daño producido por esta plaga.

I. ARMENDÁRIZ, Y. SANTIAGO, A. PÉREZ-SANZ, L. DE LA IGLESIA, G. CAMPILLO, L. MIRANDA, C. ALBERTE, J. BLÁZQUEZ. Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León; Departamento de Hortofruticultura Ctra. Burgos Km. 119. (Finca Zamadueñas) 47071 – Valladolid; ita-armgonig@itacyl.es

Palabras clave: Pérdidas, producción, Valladolid, cebada, variedades.

INTRODUCCIÓN

La polilla del cereal (*Cnephasia pumicana*, Zeller) (Fig.1), conocida también como nefasia, minadora del cereal o gusano de la espiga, es en la actualidad un problema serio para la producción cerealista, pudiéndose considerar como una de las principales plagas agrícolas en Castilla y León. Este insecto, que causó daños considerables en los años 70 en España (GARCÍA CALLEJA, 1976), había perdido la consideración de plaga para volver a causar daños en los últimos años, provocando serias pérdidas en la producción del cereal. Esta plaga, de distribución mediterránea, fue detectada en el principio de los años 60 en Francia (CHAMBON, 1978).

Las larvas de esta plaga viven y se alimentan sobre las hojas y espigas del cereal,

disminuyendo notablemente la producción final en cosecha. Los adultos emergen en verano, realizando la puesta habitualmente en árboles y arbustos, desde donde las larvas se dispersarán durante el invierno ayudadas por el viento.

Los síntomas más visibles durante los primeros estados fenológicos del cereal aparecen sobre las hojas de la planta y son las galerías hechas por las larvas al alimentarse. El daño que provoca en la hoja es una reducción del área fotosintética, al alimentarse del parénquima, apreciándose fácilmente unas galerías traslúcidas, paralelas a la nerviación que destacan sobre el color verde de la planta (Fig. 2).

Pero, sin duda, los daños más importantes son los producidos, directa o indirectamente, sobre la espiga tanto en la fase de llenado de



Figura 1. Adulto de *Cnephasia pumicana*.

grano como en la de cereal agostado. Estos daños se pueden agrupar en tres categorías (CHAMBON, 1970):

Espiga blanca: Las larvas cortan la caña de la espiga normalmente por encima del último nudo, impidiendo que la savia llegue al grano quedando todos los granos vacíos. Las espigas permanecen erguidas hasta la madurez, desprendiéndose con facilidad cuando se tira de ellas. Se distinguen con facilidad cuando el cereal está aún verde, en fase de llenado de granos, al presentar una coloración lechosa.

Daños en grano: Se producen cuando las larvas se han alimentado de los granos y han dejado a la espiga sin parte de éstos. En algunos casos, la espiga se queda totalmente sin granos.

Espiga sin abrir: Cuando las larvas atacan al zurrón provocan con frecuencia dificultades en la emergencia de la espiga. Estas son debidas a la soldadura de las aristas y el extremo apical de la espiga con la vaina, por medio del tejido sedoso que produce la larva al preparar su habitáculo de pupación o crisalidación. A medida que se va completando el desarrollo de la planta, aparecen malformaciones como plegamientos en zig-zag del cuello y raquis de la espiga, y otro tipo de curvaturas.

Los daños anteriormente reseñados se traducen en pérdidas cuantitativas de la producción de cereal. Estos daños pueden presentarse a la vez en una misma parcela. Cual-

quiera de estas afecciones, al igual que la disminución del área fotosintética por las galerías de las larvas, va a originar una reducción en la producción y en la calidad del cereal. En caso de fuertes infestaciones, esta plaga causa importantes pérdidas de rendimiento, llegando en algunos casos al 80% (GARCÍA CALLEJA, 1976).

La elección de la variedad es un factor que puede reducir considerablemente el daño que produce nefasia (GARCÍA CALLEJA, 1981; GARCÍA MARÍ, *et al.* 1994; PELÁEZ *et al.*, 2004). Realizar un cambio de variedad que retrase la fecha de siembra, en especial la sustitución de variedades de otoño por variedades de primavera, puede propiciar que la dispersión larvaria se produzca sobre suelo desnudo y que, al menos, las primeras larvas en dispersión puedan morir por inanición.

Entre los años 2004 y 2006 el Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León ha estado estudiando esta plaga. Como fruto de este trabajo se ha publicado una monografía (ARMENDÁRIZ *et al.*, 2006) en la que se contemplan diversos aspectos. El presente artículo se centra en los daños a la producción.

Los objetivos planteados son:

- a/ Estimar la susceptibilidad a nefasia de las variedades de cebada empleadas.
- b/ Estimar los tipos y magnitudes de daño provocados por la plaga.
- c/ Valorar el factor fecha de siembra.



Figura 2. Galerías de *Cnephasia pumicana* en hoja de cebada.

Cuadro 1. Características de las parcelas estudiadas en los años 2004, 2005 y 2006: variedad, fecha de siembra, dosis de siembra y fecha y dosis de tratamiento.

Año de ensayo	2004		2005			2006	
Parcela	1	2	1	3	4	1	1
Variedad	Graphic	Graphic	Hispanic	Garbo	Hispanic	Graphic	Naturel
Fecha de siembra	22/11/2003	20/01/2004	8/12/2004	3/2/2005	8/12/2005	13/12 y 12/01	13/02 y 16/03
Dosis de siembra (kg/ha)	180	180	180	200	180	180	180
Fecha de tratamiento	15/04/2004	15/04/2004	30/4/2005	30/4/2005	30/4/2005	25/4/2006	25/4/2006
Fenitrotion (l/ha)	0,5	0,5	1	0,5	1	1	1

MATERIAL Y MÉTODOS

En el año 2004, en el municipio de Fompedraza (Valladolid), se emplearon dos parcelas de cebada (Parcelas 1 y 2) y tres en 2005 (Parcelas 1, 3 y 4). Se trataba de parcelas comerciales manejadas por los agricultores. Cada parcela tenía una superficie de 12 x 10 m como zona testigo donde no se realizó el tratamiento fitosanitario. En el resto de la superficie de cada parcela se realizó el tratamiento especificado en el Cuadro 1. El cambio de parcelas entre años viene motivado por la rotación de cultivo que realizan los agricultores.

El producto usado fue el Fenitrotion al 60%, por ser el registrado en el MAPA y el utilizado habitualmente en la zona. La dosis empleada fue menor a la indicada (0,5 y 1l/ha frente a la mínima recomendada de 1,25l/ha). Ello fue debido a la práctica de los agricultores. En 2006 se mantuvo la dosificación para poder realizar comparaciones con los años anteriores. La maquinaria empleada fue la de los agricultores; tractores

de 100 CV y un pulverizadores de 12 m. de anchura de trabajo y 1000 l. de capacidad.

En 2006 se realizó en la parcela 1 de Fompedraza un ensayo con los factores de variedad y fecha de siembra. El objetivo era constatar si dos de las variedades más empleadas en la zona, Graphic y Naturel, presentaban diferente susceptibilidad a nefasia y si la fecha de siembra incidía en la misma. La parcela se dividió en 16 áreas de ensayo, con unas dimensiones de 6x25 metros. En el Cuadro 2 se puede ver la disposición de las mismas. Esta parcela se encuentra a favor del viento que impulsa a las larvas de nefasia desde un pinar próximo durante la época de dispersión. El pinar queda espacialmente por debajo de las áreas de estudio, separado por una carretera, con lo que la fila inferior está más próxima al mismo. De cara al estudio se considera la existencia de cuatro parcelas en este año; Naturel 1 y 2, Graphic 1 y 2.

Con ayuda de un marco metálico y para cada tratamiento y parcela se recogieron 16 repeticiones de 0,5 m² de superficie en las que se cortaron todos los tallos. En 2006 el

Cuadro 2. Diseño del experimento en 2006; T, tratamiento; ST, sin tratamiento.

NATUREL	NATUREL	GRAPHIC	GRAPHIC	NATURELL	NATUREL	GRAPHIC	GRAPHIC
1 T	1 ST	1 T	1 ST	2 T	2ST	2 T	2 ST
NATUREL	NATUREL	GRAPHIC	GRAPHIC	NATUREL	NATUREL	GRAPHIC	GRAPHIC
2 T	2. ST	2 T	2 ST	1 T	1 ST	1 T	1 ST

Cuadro 3. Contraste de Wilcoxon para pares de datos.

Wilcoxon	Producción	peso grano	sin abrir	Daños grano	espiga blanca	espigas sanas	espigas dañadas	espigas no dañadas
Valor p	0,008	0,953	0,008	0,011	0,008	0,008	0,008	0,008
Significación P< 0,05	*	n.s.	*	*	*	*	*	*

número de repeticiones se redujo a seis en cada unidad de ensayo.

En laboratorio se efectuó el conteo del total de espigas por repetición y tratamiento, separando las espigas sanas de las dañadas, diferenciando en estas últimas los daños en las siguientes categorías:

Espiga blanca

Espiga con vaina sin abrir

Espiga con granos dañados

Además para cada repetición se pesó la producción y el peso de 1000 granos.

Para el análisis estadístico se empleó el contraste de Wilcoxon para muestras apareadas. Dado que el diseño de los experimentos es muy variable en cuanto a parcelas, variedades y años lo que se pretende es comparar en las 9 parcelas consideradas los parámetros estudiados (producción, peso de grano, espigas sin abrir, daños en grano, espigas blancas, espigas sanas, espigas dañadas y espigas no dañadas), jugando con las variables tratamiento (T) y no tratamiento (ST).

RESULTADOS: ESPIGAS DAÑADAS

Tomando los datos de las 9 parcelas estudiadas (2 en 2004, 3 en 2005 y 4 en 2006) y aplicando el contraste de Wilcoxon (Cuadro 3), la comparación entre parcelas tratadas y no tratadas en relación a espigas dañadas y no dañadas es significativa ($p=0,008$ para las dos comparaciones).

En el Cuadro 4 se observa el porcentaje de espigas con daño y sin daño en las parcelas, para las zonas de tratamiento y no tratamiento.

En la zona de no tratamiento las espigas dañadas varían entre un 27,75% en Naturel 2 en 2006 y un 98,18% en Garbo en 2005, aunque esta cifra tan abultada se ve matizada por las condiciones meteorológicas y particulares de la parcela como se verá más adelante. En las zonas de tratamiento varían entre un 3,84% en Naturel 1 en 2006 y un 65,52% en Garbo en 2005. Si se considera el total de los 9 experimentos un 62,39% de las espigas aparecen con daños si no se aplica trata-

Cuadro 4. Porcentaje de espigas con y sin daños de *C. pumicana* en las zonas de tratamiento y sin tratamiento para las parcelas de estudio.

año	parcela	Sin tratamiento		Tratamiento	
		Con daño	Sin daño	Con daño	Sin daño
2004	Grap 1	88,18	11,82	17,23	82,77
	Grap 2	69,91	30,09	5,19	94,81
2005	Hisp 1	81,76	18,24	13,64	86,36
	Garbo	98,18	1,82	65,52	34,48
	Hisp 2	67,06	32,94	16,09	83,91
2006	Grap1	48,47	51,53	5,42	94,58
	Grap2	49,19	50,81	6,84	93,16
	Nat1	31,05	68,95	3,84	96,16
	Nat2	27,75	72,25	22,16	77,84
	MEDIA	62,39	37,61	17,33	82,67

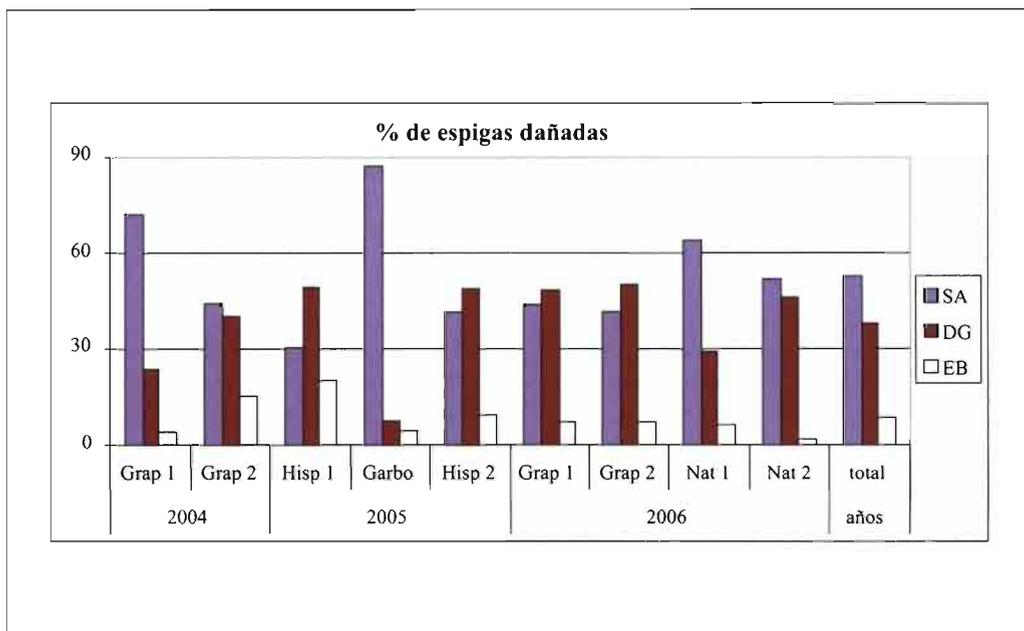


Figura 3. Porcentaje de espigas con diferentes daños realizados por *C. pumicana* en las zonas sin tratamiento: daños en grano (DG), espiga sin abrir (SA) y espiga blanca (EB).

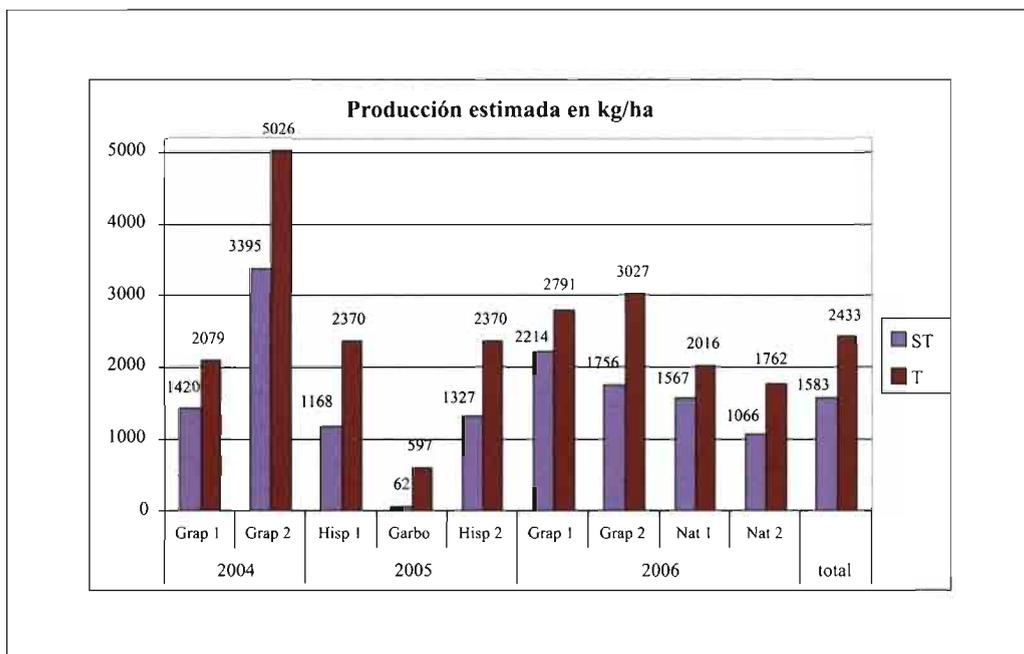


Figura 4. Producción estimada (kg/ha) de la cosecha de la zona sin tratamiento (ST) y de la zona con tratamiento (T).

miento, cifra que se reduce a un 17,33% con la aplicación del Fenitrotion.

TIPO DE DAÑO

La comparación entre tipos de daño y tratamiento y no tratamiento es siempre significativa según el contraste de Wilcoxon ($p=0,008$ para espigas sanas, blancas y sin abrir; $p=0,011$ para daños en grano).

Si se considera la zona de no tratamiento por tener un mayor número de espigas dañadas, la Fig. 3 indica los porcentajes de afectación. El daño más frecuente en el total de las 9 parcelas es el de espigas sin abrir (53,18%), relacionado con las variedades Garbo, Graphic en 2004 y Naturel en 2006. Sin embargo el segundo daño en importancia, el de daños en grano, con un 38,18%, aparece como primero en algunas parcelas, como en el caso de la variedad Graphic en 2006 y la Hispanic en 2005. Por último se encuentra el daño de espiga blanca, el más visible y llamativo en el campo, pero el que menos se observa en los tres años (8,64%).

La variedad menos afectada por este daño es Naturel, que presenta un mínimo de 2,27% en 2006, siendo el máximo para Hispanic en 2005 en la parcela 1, con un 20,04%. El elevado porcentaje de espigas sin abrir encontrado en Garbo 2005, cercano al 90%, debe ser matizado con el caso particular de esta parcela y este año.

PRODUCCIÓN

La comparación entre producción y tratamiento y no tratamiento es siempre significativa según el contraste de Wilcoxon ($p=0,008$). La Fig. 4 muestra la producción en todas las parcelas. Los datos de producción se ajustan en general a las producciones de cebada en la zona.

Para el total de los experimentos la media de producción se eleva a 2433 kg/ha con tratamiento y baja a 1583 kg/ha sin él. Hay que destacar que existe una diferencia de producción estimada entre los años marcada por las condiciones meteorológicas. Considerando 2004 como un año normal climatológica-

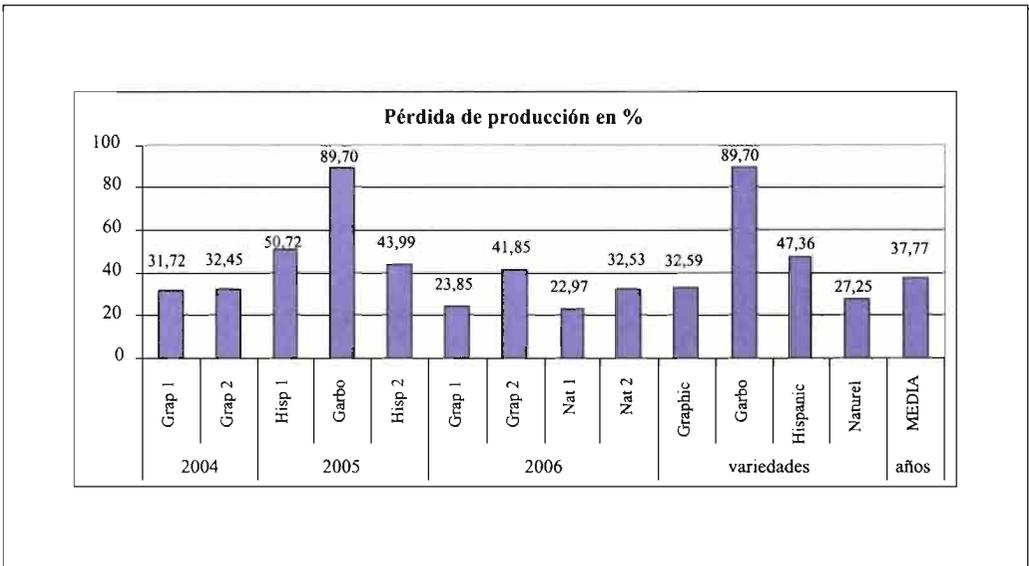


Figura 5. Porcentaje de disminución de la producción de la cosecha (kg/ha) de la zona sin tratamiento respecto a la zona con tratamiento.

mente hablando, 2005 presentó una marcada sequía en todos los meses, estando reducida ésta en 2006 a la primavera. Especialmente baja fue la productividad de la parcela con Garbo sin tratamiento en 2005 (61,52kg/ha), en correspondencia a su elevado número de espigas dañadas y la de Naturel 2 en 2006 sin tratamiento (1065,97kg/ha). Por variedades la de mayor producción es Graphic (3394,82 kg/ha sin tratamiento y 5025,94 con él en la parcela 2 de 2004).

Respecto a las pérdidas de producción (Fig.5), la zona de tratamiento presenta siempre una mayor producción que la de sin tratamiento, con diferencias significativas. Así la media de las nueve parcelas arroja una disminución del 37,77%. Excepción de ello es la primera repetición de Naturel 2 en 2006, en la cual la parte no tratada tiene mayor producción que la tratada. Por el contrario la segunda repetición presenta una disminución del 73,02%, con lo que la media queda en un 32,53%.

En 2005, en el que la producción de cereal fue en general menor, la pérdida aumentó rondando el 90 % en la parcela 3. Esta par-

cela fue la que tuvo mayor daño de nefasia tanto en la zona tratada como en la zona sin tratar. Ello puede estar relacionado con su cercanía al pinar que actúa como refugio a las larvas invernantes y a su óptima exposición a las larvas en dispersión, ya que por su orientación está abierta a los vientos dominantes (ARMENDÁRIZ *et al.*, 2006). Por otra parte es la única parcela donde se utilizó la variedad Garbo y además con una siembra tardía (3 de febrero). Considerando las variedades, Graphic y Naturel presentan unas pérdidas semejantes (entre el 27 y el 32%), aumentando en Hispanic (47,36%).

PESO DE 1000 GRANOS

Para comprobar si la pérdida de producción, debida a los daños realizados en los granos por nefasia, era compensable con un aumento de peso del resto de granos, por un aumento menor competencia entre ellos, se procedió al pesaje de 1000 granos de las distintas repeticiones para cada tratamiento (Fig. 6). Hay que indicar que la comparación entre tipos de daño y tratamiento y no tratamiento

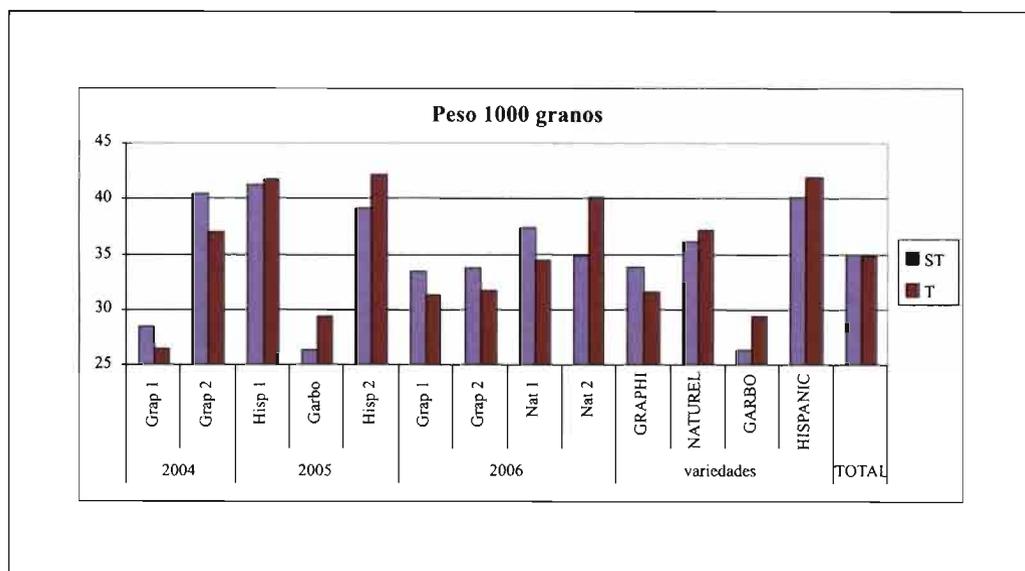


Figura 6. Peso de mil granos en la zona con tratamiento (T) y la zona sin tratamiento (ST).

no es significativa según el contraste de Wilcoxon ($p = 0,953 > 0,05$).

Durante 2004 y 2006 la zona sin tratamiento obtuvo un mayor peso de los granos. Sin embargo en 2005 esta situación se invierte, obteniendo un mayor peso en el caso de la zona tratada de cada parcela. Por variedades la que presenta granos de mayor tamaño es Hispanic, rondando los 40 g para 1000 granos.

Tomando el total de los experimentos se ve que este aumento de peso en los 1000 g es de sólo un 1,2% y que es debido a la variedad Graphic, ya que en el resto de variedades el comportamiento es contrario. Es el caso de 2005 en el que no hubo compensación en los granos. Por otro lado conviene tener en cuenta la sequía acontecida durante este año que provocó pérdidas cuantiosas en el cereal y que pudo dificultar esta recuperación de las plantas dañadas. Paradójicamente otros factores como son el número de galerías de nefasia por planta fueron menores en 2005 que en 2004 (ARMENDÁRIZ *et al.*, 2006), lo cual debiera haber redundado en un menor daño.

FECHA DE SIEMBRA

Los tres años de estudio presentaron variaciones en la fecha de siembra (Cuadro 1). Así en 2004 transcurren dos meses entre una parcela y otra. En 2005 hay también un lapso de casi dos meses entre las parcelas 1 y 4 por un lado y la 3 por otro. Por último en 2006 las siembras se espaciaron a lo largo de 4 meses. Sin tener en cuenta ahora otros factores como parcela, variedad o meteorología, si repasamos los datos de producción (Fig. 4), en 2004 ésta es notoriamente mayor en la siembra tardía (enero) que en la temprana (noviembre). Para el caso de 2005 la siembra tardía (febrero) presentó una producción mínima frente a las tempranas de diciembre. En 2006 se encuentra una variación mayor entre la posición de las parcelas (cercaña a la carretera) que entre la fecha de siembra. La variedad Naturel presenta un mejor desarrollo en febrero frente a la siembra de marzo y en el caso de Graphic la producción sin tratamien-

to es mayor en diciembre mientras que en enero aumenta la producción con tratamiento. Los datos anteriores están en consonancia con el tipo de ciclo de las variedades, siendo Naturel de ciclo largo y necesitando por ello un período de vernalización prolongado. En el caso de Graphic, que es de ciclo corto, su siembra temprana presenta resultados variables entre los dos meses. El reducido número de experimentos realizados y la variabilidad de los mismos no permite obtener conclusiones más tajantes al respecto.

DISCUSIÓN

Tal y como se deduce de los resultados obtenidos la pérdida de producción debida a nefasia en las parcelas varía con los años, las variedades empleadas y la fecha de siembra. Sin embargo la disminución de la producción no es únicamente proporcional al daño causado por nefasia. Otros factores, como las condiciones meteorológicas, pueden condicionar que este ataque tenga una mayor repercusión en la cosecha, produciendo cuantiosas pérdidas que pueden llegar hasta el 90 % en el peor de los casos (ARMENDÁRIZ *et al.*, 2006). Los valores medios anuales obtenidos aconsejan alguna medida de control de nefasia y es de reseñar la presencia de daños de entre un 4 y un 22% en las parcelas tratadas. Una estimación general del coste por tratamiento (producto y empleo de maquinaria) arroja valores en el 2006 de 7 euros para el insecticida, a los que hay que añadir 9 euros como coste de pulverización (para zonas de secano semiárido, cultivo de cebada, con un tractor de 100 CV, un pulverizador de 12 m. de anchura de trabajo y 1000 l. de capacidad; Alberto Lafarga, comunicación personal). Teniendo en cuenta que el precio de la cebada en 2006 rondaba los 13-14 céntimos de euro el kilogramo esto arroja una pérdida de 118.5 Kg como umbral de daño, lo cual sobradamente se cumple en todos los experimentos.

CHAMBON (1970 y 1978) usando zonas de no tratamiento, utilizando diferentes productos fitosanitarios y con unos rendimientos

por hectárea que duplican o triplican a los obtenidos en nuestras condiciones de cultivo, obtiene unos porcentajes de pérdidas en la recolección de cebada entre el 10 y el 21 %. GARCÍA CALLEJA (1976) habla de pérdidas de hasta un 80% en Castilla y León entre los años 1973 y 1978, cifras más semejantes a los resultados presentes. BLÁZQUEZ *et al.* (2004), en una fase previa del presente estudio, cifran las pérdidas en un 30%.

En los resultados de 2006 hay que reseñar la variación significativa que se da entre las parcelas situadas cercanas al pinar y a la carretera y las más alejadas. En principio el daño es mayor en las segundas, que contradictoriamente están más lejanas al pinar considerado la fuente principal de las larvas. Esta situación puede achacarse a un cierto efecto barrera provocado por las turbulencias de la vía o al hecho de que las larvas que caigan en el asfalto vean muy dificultado su desplazamiento a zonas de cultivo. En este sentido la carretera actuaría como un sumidero de larvas. La situación geográfica de una parcela, su proximidad a zonas de hibernación de larvas y los vientos dominantes son, entre otros, factores condicionantes del ataque de nefasia (ARMENDÁRIZ *et al.*, 2006).

Es evidente que el porcentaje de espigas con daño es mayor en la zona de no tratamiento que en la tratada. El hecho de que aparezcan espigas dañadas aunque se haya realizado aplicación de control en la parcela tratada es atribuible a la proximidad entre los dos tratamientos y a la capacidad de dispersión de las larvas en estadios larvarios avanzados. Igualmente no es descartable la existencia de una aplicación deficiente en tiempo o en forma. Se constata que la dosis de fenitrotion empleada es inferior a la mínima recomendada, lo cual se puede traducir en una cierta supervivencia de larvas. En todo caso, después del tratamiento, se encuentran algunas larvas vivas que terminan por dañar las espigas. Ensayos de laboratorio a dosis discriminantes permitirían descartar la existencia de fenómenos de resistencia de las larvas al producto empleado.

Referido a las variedades empleadas todas presentan afección por nefasia. La que mejores resultados arroja es Graphic, que además de tener mayor producción es la única que presenta el fenómeno de compensación del tamaño de los granos ante el ataque de nefasia. Hay que destacar que la variedad Naturel no fue empleada en su mejor época al ser de ciclo largo. Igualmente el pésimo funcionamiento de la variedad Garbo en 2005 debe ser atribuido a un conjunto de factores limitantes ya nombrados y no al potencial de la variedad. Sin embargo el escaso número de repeticiones y las distintas condiciones de las mismas no permiten establecer comparaciones válidas entre las variedades.

Respecto a la fecha de siembra en los experimentos de 2006 las pérdidas son mayores en los tratamientos más tardíos, especialmente en los de Naturel del mes de marzo. Estas parcelas presentaron unas plantas con escaso desarrollo, menor producción y elevado número de abortos en espigas. Se puede suponer que por falta de vernalización el cereal no tuvo tiempo para desarrollar su potencial. De los datos obtenidos no se puede concluir que el retraso en la siembra disminuya el daño de nefasia. La estrategia en el área de estudio parece residir más bien en la búsqueda de variedades vigorosas de ciclo largo y con tolerancia a nefasia.

Las parcelas tratadas presentan al menos un 4 % de daños, lo cual indica un cierto lapso de efectividad en el control químico. La observación visual del cultivo para estimar el número de larvas por planta y decidir sobre la conveniencia del tratamiento, así como otros métodos de control culturales y biológicos (ARMENDÁRIZ *et al.*, 2006) ayudarán a la hora de manejar esta plaga.

AGRADECIMIENTOS

- A Francisco González Rupérez y Baltasar Mayo González, del Servicio Territorial de Agricultura y Ganadería de Valladolid, por facilitarnos el trabajo con sus conocimientos y recomendaciones.

- Al grupo de Producción Vegetal y Agronomía del ITACyL por sus conocimientos del cultivo, en las personas de Aurora Sombrero y Francisco Ciudad. A Avelino De Benito por los datos climáticos.

- A la familia Benito Hernando de Fompedraza (Valladolid) y a Lauro por su colaboración plena al brindarnos sus parcelas y conocimientos para realizar parte de este trabajo.

- A los alumnos en prácticas Juan Mayor Rueda, Almudena Díez Escribano, Miguel Miranda Barroso e Iván Sanz.

- Al personal del Centro de Avisos de Segovia y Cuéllar por su colaboración en los muestreos del año 2005.

- A Santiago Cepeda, de la Estación de Avisos de Toro y a Álvaro Puras, del C.R.D.O. Rueda por su ayuda en la realización de los muestreos.

ABSTRACT

ARMENDÁRIZ I., Y. SANTIAGO, A. PÉREZ-SANZ, L. DE LA IGLESIA, G. CAMPILLO, L. MIRANDA, C. ALBERTE, J. BLÁZQUEZ. 2007. Quantitative diminution of barley harvesting for *Cnephasia pumicana* attack in Castilla y León. *Bol. San. Veg. Plagas*, **33**: 209-218.

The cereal tortrix, *Cnephasia pumicana*, is one of the main agricultural pest in Castilla and León. The barley lost production has been studied between 2004 and 2006 year in Fompedraza (Valladolid). The studied factors were barley variety (Garbo, Graphic, Hispanic and Naturel), sowing time and damage type. The most important damage was spike unopened, grain damaged and white spike. The economic estimation show that treatment is justified, because the average lost in absence of treatment is 850kg/ha. The variety used, the sowing time, as well as the situation of field in relation to the larval origin, will condition the damages produced by this pest.

Key words: Loss, production, Valladolid, barley, varieties.

REFERENCIAS

- ARMENDÁRIZ, I., SANTIAGO, Y., PÉREZ-SANZ, A., DE LA IGLESIA, MORENO, C., CAMPILLO, G., CASTAÑO, F.J., PELÁEZ H., BLÁZQUEZ, J. 2006. La polilla del cereal, (*Cnephasia pumicana* Zeller) en Castilla y León. Años 2004-2005. Editado por el Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León, Departamento de Hortofruticultura y Protección Vegetal. 101 pp.
- BLÁZQUEZ, J., SANTIAGO, Y., MORENO, C., MANZANO, R., PÉREZ-SANZ, A., PELÁEZ H. 2004. Daños causados por el gusano de la espiga de los cereales, *Cnephasia pumicana* Zeller. *Rev. Tierras de Castilla y León*, N. **108**: 6-11.
- CHAMBON, J. P. 1970. Incidence des populations de *Cnephasia pumicana* (Lep.Tortricidae) sur les rendements des cultures d'orge. *Ann. Zool. Ecol. Anim.* **1970**, **2** (4): 555-557.
- CHAMBON, J. P. 1978. Biologie comparée et systématique de tordeuses nuisibles du genre *Cnephasia*. Tesis Doctoral, Université Pierre et Marie Curie, Paris. 208 pp.
- GARCÍA CALLEJA, A. 1976. Nuevas observaciones acerca de *Cnephasia pumicana* Zell. (Lepidóptera Tortricidae) en Valladolid. *Bol. Serv. Plagas*, **2**: 205-233.
- GARCÍA CALLEJA, A. 1981. Estudio de las variaciones de la población de *Cnephasia pumicana* Zell (Lep. Tortricidae) en el valle del Duero. *Bol. Serv. Plagas*, **7**: 79-85.
- GARCÍA MARÍ, F., COSTA COMELLES, J., FERRAGUT PÉREZ, F. 1994. Plagas agrícolas. 2ª Edición. Phytoma España. 376 pp.
- PELÁEZ, H., BLÁZQUEZ, J., MORENO, C.M., SANTIAGO, Y. 2004. Situación actual de *Cnephasia pumicana* Zell. en las áreas cerealistas de la Cuenca del Duero. Actas del XI Congreso Ibérico de Entomología. Funchal, Madeira, 13-17 Septiembre de 2004. Póster 205.

(Recepción: 5 febrero 2007)

(Aceptación: 17 abril 2007)

Caracterización fisiológica y patogénica de aislados de *Colletotrichum* spp. causantes de la antracnosis del olivo

J. MORAL, R. OLIVEIRA, J. C. TELLO, A. TRAPERO

La Antracnosis del olivo, causada por *C. acutatum* y *C. gloeosporioides*, es una grave enfermedad en numerosas regiones olivareras del mundo, originando podredumbre de aceitunas (aceituna jabonosa) y puntisecado de ramas. Los aislados de *Colletotrichum* causantes de la Antracnosis del olivo en Andalucía presentan características morfológicas y culturales intermedias entre estas dos especies, aunque algo más próximas a la morfoespecie *C. acutatum*. En este trabajo, los aislados andaluces se han comparado con aislados representativos de las dos especies respecto a algunas características fisiológicas y patogénicas. El crecimiento de los aislados en un medio con caseína y en PDA con el fungicida benomilo ha puesto de manifiesto que los aislados andaluces produjeron hidrólisis de la caseína y fueron tolerantes al benomilo, al igual que los aislados de referencia de *C. acutatum*. La inoculación de frutos separados de almendro, fresa, manzano, naranjo y olivo, así como de hojas de adelfa, con aislados de *C. acutatum* y *C. gloeosporioides* procedentes de diferentes huéspedes (fresa, naranjo y olivo) ha puesto de manifiesto diferencias de virulencia y cierto grado de especialización patogénica entre aislados. La mayor especialización patogénica correspondió a los aislados de olivo, ya que fueron más virulentos en aceitunas que el resto de aislados y los únicos que causaron el síndrome de aceituna jabonosa. Aunque existieron diferencias de virulencia entre ellos, éstas no se correspondieron con la especie morfológica de *Colletotrichum*. Las aceitunas maduras fueron más susceptibles que las verdes, pero éstas permitieron detectar mayores diferencias entre aislados. Las hojas de adelfa permitieron diferenciar los aislados de olivo, que resultaron no patogénicos o escasamente virulentos, del resto de los aislados, que fueron altamente virulentos.

J. MORAL, A. TRAPERO. Grupo de Patología Agroforestal. Dpto. de Agronomía. ETSIAM. Campus Universitario de Rabanales. Universidad de Córdoba. Apdo. 3048. 14080-Córdoba

R. OLIVEIRA. Facultad de Ciencias Agrarias de Huambo, Universidade Agostinho Neto, Angola

J. C. TELLO. Dpto. Producción Vegetal. EPS. Universidad de Almería. La Cañada de San Urbano s/n. 04120-Almería

Palabras clave: *C. acutatum*, *C. gloeosporioides*, *Olea europaea*, *Gloeosporium olivarum*.

INTRODUCCIÓN

Las enfermedades conocidas como "Antracnosis" afectan a hojas, ramas y frutos y se presentan como manchas oscuras o lesiones deprimidas con los bordes ligeramente elevados. La mayoría de los hongos responsables de estas enfermedades pertenecen a cua-

tro géneros de ascomicetos: *Diplocarpon*, *Elsinoë*, *Glomerella* y *Gnomonia*, que se corresponden con distintos géneros de hongos imperfectos pertenecientes a los *Melanconiales*. Dentro de los anamorfos, los más importantes son *Colletotrichum* (= *Gloeosporium*), *Coryneum*, *Cylindrosporium*, *Marssonina*, *Melanconium* y *Sphaceloma* (AGRIOS, 2005).

En España y Portugal se acepta que el agente causal de la Antracnosis del olivo (*Olea europaea*) lo constituyen dos especies de *Colletotrichum*: *C. acutatum*, como especie principal; y *C. gloeosporioides* de presencia ocasional (MARTÍN y GARCÍA-FIGUERES, 1999; MARTÍN *et al.*, 2002; TALHINHAS *et al.*, 2005). En cambio, en Sicilia los aislados de *Colletotrichum* que afectan al olivo han sido

descritos como *C. gloeosporioides sensu stricto* (SACARITO *et al.*, 2003). Aunque los aislados de *Colletotrichum* que afectan al olivo en Calabria, Apulia y Cerdeña (sur de Italia) y Umbria (centro de Italia) han mostrado características genéticas y fisiológicas distintas a *C. acutatum* y *C. gloeosporioides*, siendo descritos como *Colletotrichum* sp. olivo-específico (AGOSTEO *et al.*, 2003).

Cuadro 1. Aislados de *Colletotrichum* spp. estudiados

Aislado	Especie	Huésped	Tejido afectado	Procedencia
COL-09	<i>Colletotrichum acutatum</i> ¹	Olivo	Pedúnculo	Antequera, Málaga
COL-24	<i>Colletotrichum acutatum</i> ¹	Olivo	Fruto	Rute, Córdoba
COL-25	<i>Colletotrichum acutatum</i> ¹	Olivo	Tallo	Rute, Córdoba
COL-30	<i>Colletotrichum gloeosporioides</i>	Olivo	Pedúnculo	Antequera, Málaga
COL-38	<i>Colletotrichum</i> sp.	Olivo	Fruto	Las Navas C. Sevilla
COL-41	<i>Colletotrichum gloeosporioides</i> ²	Olivo	Fruto	Montsia, Tarragona
COL-42	<i>Colletotrichum acutatum</i> ²	Olivo	Fruto	Montsia, Tarragona
COL-45	<i>Colletotrichum gloeosporioides</i> ²	Fresa	Fruto	IMI-356878
COL-49	<i>Colletotrichum</i> sp.	Olivo	Fruto	Osuna, Sevilla
COL-50	<i>Colletotrichum</i> sp.	Olivo	Fruto	Lucena, Córdoba
COL-51	<i>Colletotrichum</i> sp.	Olivo	Fruto	Lucena, Córdoba
COL-55	<i>Colletotrichum</i> sp.	Olivo	Fruto	Mollina, Málaga
COL-57	<i>Colletotrichum</i> sp.	Olivo	Fruto	Archidona, Málaga
COL-59	<i>Colletotrichum</i> sp.	Olivo	Fruto	Archidona, Málaga
COL-60	<i>Colletotrichum</i> sp.	Olivo	Fruto	Archidona, Málaga
COL-61	<i>Colletotrichum</i> sp.	Olivo	Fruto	Iznajar, Córdoba
COL-65	<i>Colletotrichum</i> sp.	Olivo	Fruto	Montilla, Córdoba
COL-66	<i>Colletotrichum acutatum</i>	Olivo	Fruto	Hornachuelos, Córdoba
COL-68	<i>Colletotrichum</i> sp.	Olivo	Fruto	Montilla, Córdoba
COL-69	<i>Colletotrichum gloeosporioides</i>	Naranja	Hoja	La Palomera, Córdoba
COL-77	<i>Colletotrichum</i> sp.	Olivo	Fruto	Constantina, Sevilla
COL-79	<i>Glomerella acutata</i>	Naranja	Tallo	Huelva
COL-83	<i>Colletotrichum</i> sp.	Olivo	Fruto	Montilla, Córdoba
COL-84	<i>Colletotrichum gloeosporioides</i>	Fresa	Fruto	Sevilla
COL-85	<i>Colletotrichum acutatum</i>	Fresa	Fruto	Sevilla
COL-86	<i>Colletotrichum acutatum</i>	Fresa	Fruto	Sevilla
COL-87	<i>Colletotrichum</i> sp.	Olivo	Fruto	Montilla, Córdoba
COL-88	<i>Colletotrichum gloeosporioides</i>	Olivo	Fruto	Montilla, Córdoba
COL-89	<i>Colletotrichum</i> sp.	Olivo	Fruto	Cabra, Córdoba
COL-90	<i>Colletotrichum</i> sp.	Olivo	Fruto	Cabra, Córdoba

Los aislados que no tienen especie indicada muestran características morfológicas intermedias a ambas especies, complejo *C. acutatum* / *C. gloeosporioides*. ¹Aislados de características morfológicas intermedias pero identificados molecularmente como *C. acutatum*. ²Aislados de referencia.

En Andalucía, OLIVEIRA *et al.* (2005) han estudiado distintas características morfológicas y culturales de aislados de *Colletotrichum* spp. causantes de la Antracnosis del olivo. La característica que se ha mostrado más útil para diferenciar entre especies ha sido la morfología de los extremos de las conidias. La mayoría de los aislados (94.5%) mostraron más del 60% de las conidias mixtas, con un extremo agudo (fusiforme) y el otro redondeado, mientras que las conidias de *C. gloeosporioides* presentaron los dos extremos redondeados, y las de *C. acutatum*, mayoritariamente los dos extremos agudos (elipsoidales). Además, las conidias de los aislados de Andalucía son más estrechas que las descritas por SUTTON (1980; 1992) para *C. acutatum*, aunque sí se ajustan a la anchura descrita por otros autores para esta especie (SMITH y BLACK, 1990). Por tanto, la mayoría de aislados de *Colletotrichum* estudiados han mostrado características morfológicas intermedias a ambas especies, de ahí, que se hayan incluido en el complejo *C. acutatum/C. gloeosporioides*.

Para completar el estudio anterior, en el presente trabajo se ha realizado una caracterización fisiológica y patogénica de aislados de *Colletotrichum* spp. que afectan al olivo en Andalucía. Las características fisiológicas más usadas para la identificación de especies de *Colletotrichum* son el crecimiento en diferentes medios de cultivo a diferentes temperaturas, y la sensibilidad a distintos fungicidas (SUTTON, 1992; FREEMAN *et al.*, 1998; ADASKAVEG y HARTIN, 1997). Así, se acepta que los aislados de *C. acutatum* de cítricos no son muy sensibles a Benomilo, sufriendo un inhibición del crecimiento entorno al 50% a $1 \mu\text{g ml}^{-1}$. A la misma dosis, el crecimiento de los aislados de *C. gloeosporioides* es completamente inhibido (PERES *et al.*, 2004). La capacidad de hidrolizar distintas proteínas también se ha empleado para la diferenciación de especies fúngicas. En el caso de *Colletotrichum* spp. se ha utilizado la capacidad de hidrolizar caseína, observándose que los aislados de *C. acutatum* poseen esta capacidad mientras que los de *C. gloeosporioides* no

(MARTÍN y GARCÍA-FIGUERES, 1999; MARTÍN *et al.*, 2002).

Por otro lado, los estudios de patogenicidad también se han utilizado para la caracterización de especies fúngicas. Así, VAN DER AA *et al.*, (1990), proponen la realización de tests de patogenicidad en *Anemone coronaria* para separar la especie *C. acutatum* (patogénica) de *C. gloeosporioides* (no patogénica). En este sentido, los estudios realizados han mostrado que la mayoría de las especies de *Colletotrichum* están poco especializadas, aunque en pocas ocasiones se han incluido aislados de *C. acutatum* (BERNSTEIN *et al.*, 1995; PERES *et al.*, 2005). En los estudios realizados con aislados de olivo (MORAL, 2004; MUGNAI *et al.*, 1993), se ha observado que muestran una apreciable especialización patogénica aunque son capaces de infectar y desarrollar enfermedad en otros huéspedes distintos al de origen.

El objetivo principal del presente trabajo es caracterizar fisiológica y patogénicamente los aislados de *Colletotrichum* spp. causantes de la Antracnosis del olivo en Andalucía.

MATERIAL Y MÉTODOS

1. Origen de los aislados

Los aislados de *Colletotrichum* spp. procedían de frutos, pedúnculos, hojas y tallos de distintos cultivares de olivo en las provincias de Córdoba, Málaga y Sevilla. Además, se incluyeron varios aislados de olivo y fresa de la colección del Laboratorio de Sanidad Vegetal de Barcelona, dos aislados de naranjo de Huelva y Córdoba, y tres aislados de fresa de Sevilla (Cuadro 1).

2. Caracterización fisiológica

2.1. Sensibilidad al fungicida Benomilo

La sensibilidad al fungicida Benomilo se estudió sembrando 30 aislados de *Colletotrichum* spp. en Agar Patata Dextrosa (PDA: Difco™ Potato Dextrose Agar) con $5 \mu\text{g ml}^{-1}$ de fungicida. Para conseguir una buena distribución del fungicida en el medio de cultivo se preparó una suspensión de 15 mg de fungicida comercial (Benomilo 50%; Aragone-

sas Agro, WP) en 50 ml de Agua Desionizada Destilada (ADD) y estéril. La suspensión se trasvasó a 1450 ml de PDA antes de su solidificación (45°C) y se homogenizó. Por último, el medio se vertió en placas de Petri de 9 cm (25 ml placa⁻¹).

Los aislados se sembraron situando discos (5 mm) de PDA procedentes de la periferia de una colonia en crecimiento. Las placas se sellaron con Parafilm® y se incubaron a 22±2°C con fotoperíodo alterno de 12 h con luz blanca y próxima a ultravioleta (40 µE m⁻² s⁻¹).

La evaluación se realizó a los 7 días midiéndose el diámetro mayor y menor de cada colonia. El cálculo del porcentaje de inhibición se realizó comparando el crecimiento de cada aislado en PDA y PDA más 5 µg ml⁻¹ de Benomilo. La unidad experimental del ensayo fue la placa de Petri. Se dispusieron tres placas por aislado y se hicieron dos repeticiones del ensayo.

2.2 Evaluación de la capacidad de hidrolizar caseína

Se estudió la capacidad de hidrolizar caseína de 30 aislados de *Colletotrichum* spp. sembrándolos en el medio de hidrólisis de la caseína (CHM). La base de este medio fue Agar Agua (AA) al 2% y como fuente de caseína se utilizó leche en polvo descremada (Sveltesse Nestle®).

En un ensayo previo, se evaluaron cuatro concentraciones de leche en polvo en el CHM. Para ello, se prepararon cuatro disoluciones al 10, 15, 20 y 25% de leche en polvo en ADD. Las disoluciones se esterilizaron en autoclave a 120°C durante 15 min. A continuación, se añadían 20 ml de la disolución de leche a evaluación a 980 ml de AA antes de su solidificación. De las cuatro concentraciones evaluadas, la más adecuada fue la que usaba una disolución de leche al 15%, ya que se formaban halos de hidrólisis de varios mm que contrastaban bien con el color del medio. De ahí, que se utilizará esta concentración para el resto del ensayo.

El medio se vertió en placas de Petri de 9 cm de diámetro (25 ml placa⁻¹) y la siembra

e incubación se realizó como se describe en el apartado anterior. La evaluación se realizó a los 5 días de incubación, tomándose como dato la presencia o ausencia del halo de hidrólisis alrededor de la colonia del patógeno. La unidad experimental del ensayo fue la placa de Petri. Se dispusieron tres placas por aislado y se hicieron dos repeticiones del ensayo.

2.3. Análisis de los datos

Los datos se analizaron mediante el programa Statistix 8 (Analytical Software, 2003). Se aplicó un análisis de la varianza completamente al azar y las comparaciones de medias se realizaron según el test HSD (Mínima Diferencia Significativa) protegido de Tukey, al nivel de probabilidad del 5%.

3. Caracterización patogénica de aislados

3.1 Inoculación de aceitunas maduras

Se inocularon aceitunas sueltas y sanas con índice de madurez 3 (BARRANCO y RALLO, 2005) de la variedad susceptible 'Hojiblanca' (MORAL *et al.*, 2004), con 17 aislados de *Colletotrichum* spp. de olivo, 1 de *C. gloeosporioides* de fresa y 1 de *C. gloeosporioides* de naranjo.

Las aceitunas fueron recogidas de árboles sanos e introducidas en matraces con 1 litro de ADD estéril al que se añadieron 6 gotas de Tween-20. Los matraces se mantuvieron durante 4 min en un baño de ultrasonidos para eliminar el cobre procedente de los tratamientos químicos aplicados a los olivos en el campo. A continuación, las aceitunas se lavaron suavemente, manteniéndose bajo una corriente de agua durante 45 min. Después se sumergieron en lejía (50 g Cl l⁻¹) al 10% durante 1 min, se lavaron nuevamente y se dejaron secar.

La inoculación se realizó sumergiendo las aceitunas en una suspensión de 10⁶ conidias ml⁻¹ durante 30 min. Los testigos se sumergieron en ADD estéril.

Las aceitunas inoculadas se incubaron en cámaras húmedas (100% humedad relativa) en las condiciones anteriormente descritas.

Se realizaron tres repeticiones (cámaras húmedas) con 20 aceitunas por tratamiento.

La evaluación se realizó semanalmente durante 21 días utilizando una escala de severidad de 0-6 (0=no síntomas, 1=1-25% superficie de la aceituna afectada, 2=26-50%, 3=51-75%, 4=76-99%, 5=100% aceituna con podredumbre (jabonosa), 6=aceituna momificada). Posteriormente, se calculó el área bajo la curva de progreso de la enfermedad (ABCPE) y se dividió por un valor máximo teórico para obtener el ABCPE relativa (%).

3.1. Inoculación de aceitunas inmaduras

Se inocularon aceitunas sueltas y sanas con índice de madurez 0 (BARRANCO y RALLO, 2005) de la variedad susceptible 'Hojiblanca' (MORAL *et al.*, 2004) con 5 aislados de *Colletotrichum* spp. de olivo, 1 de *C. acutatum* de fresa, 1 de *C. gloeosporioides* y 1 de *Glomerella cingulata* de naranjo.

La inoculación se realizó por pulverización (2 kg cm⁻²) de una suspensión de 5x10⁵ conidias ml⁻¹. La preparación de los frutos, la incubación y evaluación se realizaron según lo descrito en el apartado anterior. Se realizaron tres repeticiones (cámaras húmedas con 20 aceitunas) por aislado.

3.2. Inoculación de frutos y hojas de distintos huéspedes

Se realizaron inoculaciones cruzadas en las que se utilizaron 2 aislados de *C. acutatum* y 1 del complejo *C. acutatum/C. gloeosporioides* de olivo, 1 de *C. gloeosporioides* de naranjo, 1 de *G. cingulata* de naranjo y 1 de *C. gloeosporioides* de fresa. Se inocularon los siguientes sustratos: frutos maduros de manzano (*Malus x domestica* 'Golden Delicious') y naranjo (*Citrus sinensis* 'Navel Lanelate'); frutos inmaduros de fresa (*Fragaria x ananassa* 'Camarosa') y almendra (*Prunus dulcis* 'Guara'); y hojas jóvenes de adelfa (*Nerium oleander*). Por último, se evaluó la capacidad patogénica de 2 aislados de naranjo y 1 de fresa en aceitunas 'Hojiblanca' sobremaduras (recogidas en Abril) comparándose con un aislado de olivo de virulencia media.

Los frutos y hojas fueron lavados con ADD y desinfectados sumergiéndolos en agua con lejía (50 g Cl l⁻¹) al 10% durante 1 min, posteriormente se volvieron a lavar y se dejaron secar.

La inoculación se realizó situando sobre la superficie de los frutos un bloque (9mm) de PDA con micelio y conidias del patógeno. Con un alfiler esterilizado se atravesó el bloque de PDA clavándose someramente en la superficie del fruto. Las hojas de adelfa se inocularon de igual forma pero con tres bloques (7 mm) de inóculo por hoja. Este método se había mostrado útil para estudiar diferencias de virulencia entre aislados en ensayos previos (MORAL, 2004). La inoculación de las aceitunas e incubación se realizaron de la forma descrita anteriormente. Se dispusieron tres repeticiones (cámaras húmedas con 10 frutos u hojas) por aislado y huésped. En el caso de las aceitunas nuevamente se utilizaron 20 frutos en cada repetición.

La evaluación se realizó periódicamente midiéndose el diámetro mayor y menor de la lesión causada por el patógeno. Para las almendras y aceitunas, se utilizó la escala descrita anteriormente. El tiempo de incubación osciló en función de la velocidad a la que se desarrollaron las lesiones: 12 días para las fresas, 14 para las aceitunas, 18 para las hojas de adelfa, 21 para las almendras y 41 para las naranjas. Con las evaluaciones temporales se calculó el ARBCPE (%) respecto a un máximo teórico.

Para los testigos se utilizaron bloques de PDA sin el patógeno. En el caso de las aceitunas se utilizó ADD estéril. Cuando finalizó el ensayo se realizaron aislamientos en PDA a partir de los tejidos afectados.

3.3. Análisis de los datos

Los datos se analizaron mediante el programa Statistix 8 (Analytical Software, 2003). El diseño experimental fue completamente al azar y se aplicó un análisis de la varianza. Cuando fue necesario, el ARBCPE (%) se transformó como $\arcsen \sqrt{\%/100}$. La comparación de medias se rea-

lizó según el test HSD (Mínima Diferencia Significativa) de Tukey, al nivel de probabilidad del 5%.

RESULTADOS

1. Sensibilidad al fungicida Benomilo

El crecimiento micelial de los aislados de *Colletotrichum* spp. en PDA con 5 µg ml⁻¹ fue muy variable. El aislado COL-41 no fue capaz de crecer en el medio con fungicida, en cambio, el aislado COL-42 sólo disminuyó su crecimiento un 41%. La inhibición estuvo influida significativamente ($P < 0.05$) por el aislado. La comparación de medias (Test de Tukey) mostró que los aislados COL-41, COL-45, COL-69 y COL-79 fueron los más afectados por el Benomilo sin mostrar diferencias significativas entre sí. Por el contrario, los aislados más tolerantes al fungicida fueron el COL-42, COL-89 y COL-90 (Cuadro 2).

En general, se diferenciaron dos grupos. El primero formado por aquellos aislados identificados en base a sus características morfológicas como *C. gloeosporioides* (COL-41, COL-45, COL-69) o *G. cingulata* (COL-79), procedentes de naranjo, fresa y olivo de Cataluña que se mostraron extremadamente sensibles (inhibición >95%) al fungicida. El segundo constituido por los aislados de *C. acutatum* de fresa y de *Colletotrichum* spp. de olivo de Andalucía. Este grupo mostró un comportamiento continuo con 9 grupos homogéneos en los que el porcentaje de inhibición oscilaba entre un 41 y un 70% (Cuadro 2).

Cabe destacar que los aislados de olivo de Andalucía COL-30 y COL-88 (tipo morfológico *C. gloeosporioides*) se mostraron moderadamente tolerantes al Benomilo.

Además de la comentada inhibición del crecimiento, las colonias que se desarrollaron en PDA más Benomilo presentaron menor desarrollo de micelio aéreo algodonoso y mayor producción de conidias.

2. Evaluación de la capacidad de hidrolizar caseína

El halo de hidrólisis se pudo apreciar en torno a las colonias de los aislados de *Colle-*

totrichum spp. desde el primer día de incubación. No se observaron diferencias en la transparencia del halo de hidrólisis pero sí en su tamaño (Cuadro 2).

Los aislados identificados atendiendo a sus características morfológicas como *C. gloeosporioides* (COL-41, COL-45, COL-69) o *Glomerella cingulata* (COL-79), procedentes de olivo de Cataluña, fresa y naranjo, no mostraron capacidad de hidrolizar la caseína. En cambio, los aislados de *C. acutatum* de fresa y de *Colletotrichum* spp. de olivo de Andalucía sí mostraron halo de hidrólisis en el medio CHM. Cabe destacar que todos los aislados de olivo de Andalucía, independientemente de sus características morfológicas, mostraron halo de hidrólisis en torno a la colonia en crecimiento (Cuadro 2).

3. Inoculación de aceitunas maduras

Todos los aislados de *Colletotrichum* spp. evaluados, independientemente del huésped de origen, fueron patógenicos en aceitunas maduras (IM=3) aunque hubo diferencias muy acusadas de virulencia. La comparación de medias utilizando el test de Tukey mostró 5 grupos homogéneos. El grupo mayoritario estaba formado por aislados de olivo con un ARBCPE >67% (Figura 1). Todos los aislados de olivo causaron en los frutos inoculados exudados anaranjados-mucilaginosos de conidias (síndrome de "Aceituna jabonosa") característicos de la Antracnosis del olivo (Figura 2D). Los aislados de referencia (COL-9 y COL-30) fueron los menos virulentos de los aislados de olivo evaluados.

Los aislados de fresa y naranjo (COL-45 y COL-69) fueron escasamente patógenicos (ARBCPE < 11%) diferenciándose significativamente ($P = 0.05$) del resto de aislados de olivo. Además, las aceitunas afectadas por éstos mostraron lesiones necróticas redondeadas cubiertas de pústulas sin producir el síndrome característico de aceituna jabonosa. La observación al microscopio (400A) confirmó que las pústulas se trataban de conidiomas acervulares (acérvulos) poco desarrollados y sin esporular.

Cuadro 2. Sensibilidad al fungicida Benomilo y capacidad de hidrolizar la caseína de los aislados de *Colletotrichum* spp. estudiados

Aislado ¹	Inhibición (%) ²	Hidrólisis Caseína ³
COL-41	100.0	-
COL-69	99.65	-
COL-79	99.40	-
COL-45	96.56	-
COL-55	70.21	++
COL-77	69.90	++
COL-83	69.80	++
COL-25	69.26	++
COL-59	68.95	++
COL-51	67.63	++
COL-60	66.93	++
COL-24	64.98	++
COL-88	64.47	++
COL-87	64.33	++
COL-30	63.68	++
COL-68	61.88	++
COL-49	61.65	++
COL-84	60.54	++
COL-65	60.42	++
COL-50	59.79	++
COL-38	58.88	++
COL-86	58.66	+
COL-57	57.24	++
COL-66	56.43	++
COL-61	55.71	++
COL-09	55.71	++
COL-85	51.20	+
COL-90	46.51	++
COL-89	43.49	++
COL-42	41.38	++
HSD ⁴	6.32	

¹ Las características de los aislados se indican en Cuadro 1. ² Inhibición del crecimiento micelial en el medio PDA con Benomilo (5 µg/ml). ³ Nivel de actividad proteolítica: '-' sin actividad; '+' halo de hidrólisis ≤ 2mm de anchura; '++' halo de hidrólisis >2mm de anchura. ⁴ Mínima diferencia significativa según test de Tukey protegido de Fisher (P=0.05).

4. Inoculación de aceitunas inmaduras

Al igual que en el caso anterior los 5 aislados de olivo, independientemente del tipo morfológico, fueron patogénicos aunque con diferencias significativas (P=0.05) de virulencia. Nuevamente, el aislado de referencia (COL-30) fue el menos virulento de los de

olivo. Todos los aislados de olivo causaron el síndrome característico de "Aceitunas jabonosa".

Los aislados de *C. gloeosporioides* y *G. cingulata* de naranjo (COL-69 y COL-79) fueron escasamente patogénicos, con un 18 y 5% de ARBCPE, respectivamente; además,

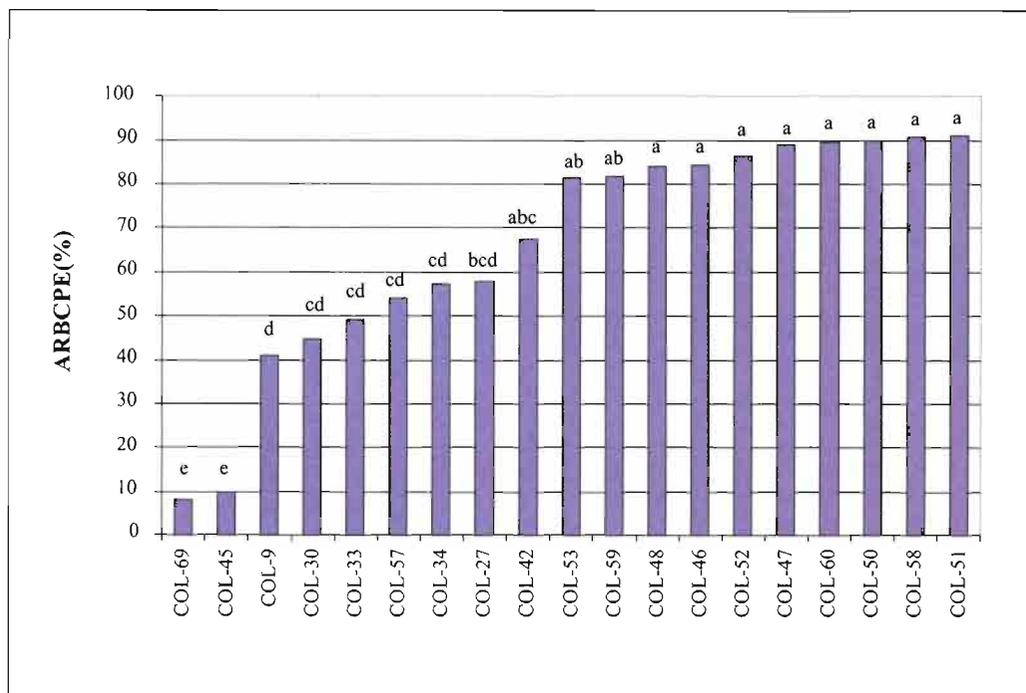


Figura 1. Área Relativa Bajo la Curva de Progreso de la Enfermedad en aceitunas maduras de la variedad 'Hojiblanca' inoculadas con 19 aislados de *Colletotrichum* spp. Barras con la misma letra no difieren significativamente entre sí, según el test de Tukey protegido de Fisher ($P=0,05$).

causaron necrosis localizadas diferenciándose de los síntomas causado por los aislados de olivo (Figura 3; Figura 2C).

Los aislados de *Colletotrichum* spp. de fresa (COL-84 y COL-86) fueron no patógenos aunque causaron una maduración anómala. Así, mientras en los testigos la epidermis del fruto viró a negro ($IM=4$) en los inoculados ésta mostró "islas verdes" en los puntos de infección (Figura 3; Figura 2B).

5. Inoculación de frutos y hojas de distintos huéspedes

En el tercer ensayo de inoculación, la mayoría de aislados fueron patógenos en los distintos huéspedes aunque hubo diferencias de virulencia muy acusadas. En las aceitunas sobremaduras los 4 aislados fueron patógenos. El aislado de olivo (COL-57) fue notablemente más virulento y se diferen-

ció significativamente ($P=0,05$) de los tres restantes (Cuadro 3). Nuevamente, los aislados procedentes de naranjo y fresa presentaron síntomas diferentes a los aislados de olivo (Figura 2C). Debido al estado de sobremadurez del fruto, el aislado de olivo produjo abundante micelio y acérvulos en la superficie de las aceitunas.

Los aislados ensayados causaron en las hojas de adelfa una mancha necrótica seguida de un halo clorótico (Figura 4C). Únicamente los aislados de naranjo (COL-69 y COL-79) llegaron a formar acérvulos. Los aislados de olivo fueron escasamente virulentos, resultando uno de ellos (COL-9) no patógeno (Cuadro 3).

En las almendras, los 6 aislados ensayados se mostraron patógenos aunque con diferencias significativas ($P=0,05$) de virulencia. Cabe destacar, que las almendras testigos pre-

sentaron podredumbre causada por *Alternaria* sp. La infección por *Colletotrichum* spp. en las almendras se confirmó por el reaislamiento del patógeno de zonas alejadas del punto de inoculación. La infección conjunta por ambos patógenos fue común y, en general, causó síntomas severos (Cuadro 3).

Los seis aislados evaluados fueron patógenos sobre frutos de fresa aunque hubo diferencias significativas ($P=0,05$) de virulencia (Cuadro 3). Además de las diferencias de virulencia, los aislados Col-42, Col-57 y, en menor medida el Col-45, se diferenciaron de los restantes en los síntomas inducidos produciendo una gran cantidad de acérvulos con masas anaranjadas de conidias (Figura 4A).

Cinco de los seis aislados evaluados fueron patógenos sobre manzana aunque con diferencias significativas ($P=0,05$) de virulencia. Las diferencias en la severidad fueron muy acusadas durante los primeros días del ensayo y disminuyeron conforme avanzó éste. La comparación de medias mostró tres grupos homogéneos destacando por su virulencia el aislado COL-69. La sintomatología fue muy similar en todos los casos aunque hubo diferencias en la capacidad de producir acérvulos sobre las lesiones (Cuadro 3; Figura 4B).

El aislado COL-45 se comportó como no patógeno sobre naranja. Dos naranjas mostraron infecciones por *Penicillium* sp. y se retiraron del ensayo para evitar contamina-

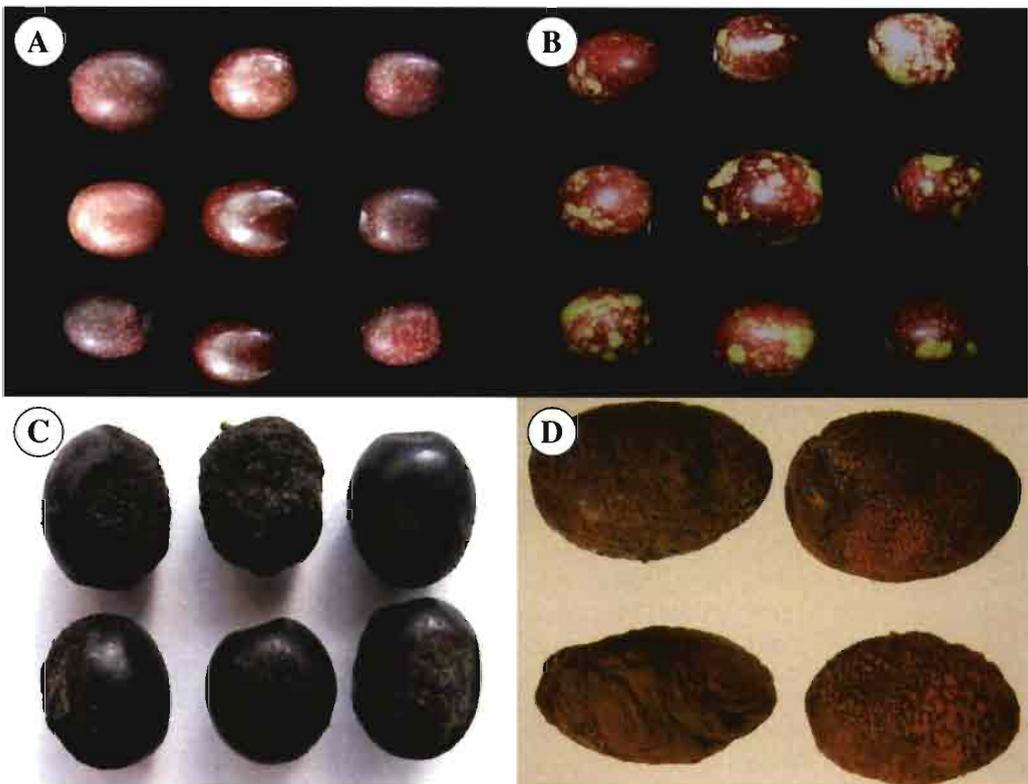


Figura 2. Síntomas causados por *Colletotrichum* spp. y *Glomerella cingulata* en aceitunas. A) Aceitunas testigo. B) Inoculadas con *C. acutatum* de fresa, obsérvense las "islas verdes". C) Inoculadas con *G. cingulata* de naranjo. D) Inoculadas con *C. acutatum* de olivo, obsérvense el síndrome característico "Aceituna jamboné"

Cuadro 3. Inoculación de aislados de *Colletotrichum* spp. en frutos y hojas de distintos huéspedes

Aislado ¹	Huésped de origen	Severidad de los síntomas causados					
		Olivo (fruto sobremaduro)	Adelfa (hojas jóvenes)	Almedro (fruto inmaduro)	Fresa (fruto inmaduro)	Manzano (fruto maduro)	Naranja (fruto maduro)
COL-57	Olivo	70,66a ² / ++ ³	3,35b / -	77,04a / ++	37,93b / ++	45,40b / ++	4,11b / -
COL-42	Olivo	-	5,42b / -	77,29a / ++	31,11bc / ++	24,79bc / ++	3,43b / -
COL-09	Olivo	-	NP ⁴	78,49a / ++	2,65d / -	23,71c / -	7,70 b / -
COL-69	Naranja	33,46b / +	39,92ab / ++	61,34ab / ++	61,09a / ++	92,79a / ++	73,67a / -
COL-79	Naranja	31,04b / +	82,24a / ++	74,99ab / ++	4,49d / ++	14,14c / ++	12,76b / -
COL-45	Fresa	35,90b / +	66,41a / -	52,57bc / ++	19,41c / ++	NP	NP
Testigo	-	-	-	33,01c ⁵ / -	-	-	-

¹Las características de los aislados se indican en el Cuadro 1. ²Área relativa bajo la curva de progreso de la enfermedad (%), medias con la misma letra no difieren significativamente entre sí, según el test de Tukey protegido de Fisher (P=0.05). ³Formación de conidiomas: '++' acérvulos esporulados; '+' acérvulos no esporulados; '-' ausencia de acérvulos. ⁴NP, aislado no patagénico. ⁵Infección causada por *Alternaria* sp.

ciones. Las diferencias de virulencia fueron muy patentes: el aislado COL-69, causó lesiones de 82 mm a los 41 días y el COL-79 de 20 mm; mientras que los aislados de olivo COL-9, 57 y 42 produjeron lesiones inferiores a 9 mm. La comparación de medias del ARBCPE (%) mostró dos grupos homogéneos distintos, diferenciándose significativamente (P=0.05) el aislado COL-69 del resto. Ninguno de los aislados formó acérvulos sobre las lesiones (Cuadro 3; Figura 4D). En los aislamientos realizados a partir de las lesiones se obtuvo, en todos los casos, el patógeno inoculado.

DISCUSIÓN

La heterogeneidad de las poblaciones de *Colletotrichum* ha impedido que puedan identificarse claramente las especies de este género mediante caracteres morfológicos o fisiológicos. La presencia de aislados con características morfológicas y fisiológicas intermedias ha sido observada por distintos autores (FÖRSTER y ADASKAVEG, 1999; GUERBER *et al.*, 2003). Así, aislados con características morfológicas intermedias a *C. acutatum* y *C. gloeosporioides* se han asociado a la Antracnosis del olivo en Andalucía (OLIVEIRA *et al.*, 2005). Este trabajo supone la continuación del llevado a cabo por OLIVEIRA *et al.* (2005), estudiando características fisiológicas y patogénicas de los mismos aislados.

Los ensayos de resistencia a Benomilo han mostrado que los aislados de *C. gloeosporioides* y *G. cingulata* procedentes de olivo de Cataluña, naranja y fresa son muy sensibles a este fungicida. En cambio, los aislados causantes de la Antracnosis del olivo en Andalucía, independientemente de su tipo morfológico, se han mostrado moderadamente tolerantes. Estos resultados no se ajustan al comportamiento esperado, ya que se acepta que los aislados de *C. gloeosporioides* son muy sensibles a Benomilo, mientras que los de *C. acutatum* son relativamente tolerantes (BERSTEIN *et al.*, 1995; BROWN *et al.*, 1996; FREEMAN *et al.*, 1998). La mayor sensibilidad de los aislados de *C. gloeosporioides* al fungicida Benomilo también ha sido observada con aislados de olivo (AGOSTEO *et al.*, 2000., TALHINHAS *et al.*, 2005). No obstante, existen excepciones a este comportamiento (FREEMAN *et al.*, 1998).

La tolerancia al Benomilo de los aislados del complejo *C. acutatum/C. gloeosporioides* de olivo de Andalucía confirma su mayor proximidad a la especie *C. acutatum*, como indican otros datos morfológicos y genéticos (MARTÍN *et al.*, 2002; OLIVEIRA *et al.*, 2005). La menor sensibilidad de estos aislados a

La tolerancia al Benomilo de los aislados del complejo *C. acutatum/C. gloeosporioides* de olivo de Andalucía confirma su mayor proximidad a la especie *C. acutatum*, como indican otros datos morfológicos y genéticos (MARTÍN *et al.*, 2002; OLIVEIRA *et al.*, 2005). La menor sensibilidad de estos aislados a

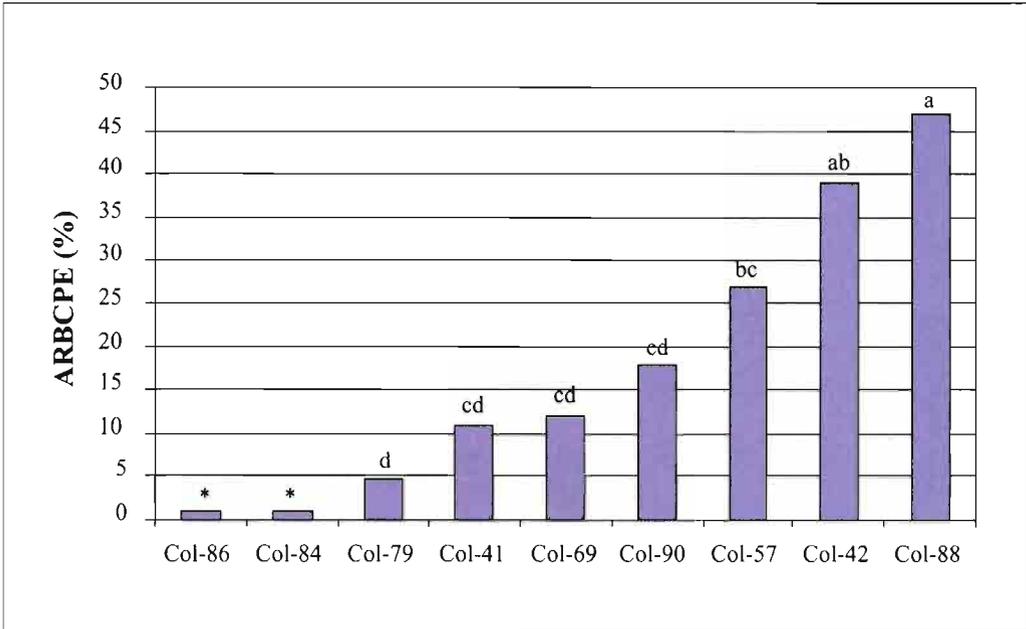


Figura 3. Área Relativa Bajo la Curva de Progreso de la Enfermedad en aceitunas inmaduras de la variedad 'Hojiblanca' inoculadas con 9 aislados de *Colletotrichum* spp. Barras con la misma letra no difieren significativamente entre si, según el test de Tukey protegido de Fisher (P=0,05). *Aislados no patogénicos

Benomilo también podría atribuirse al uso de dicho fungicida en la lucha contra patógenos foliares del olivo, pero este fungicida no ha sido comúnmente utilizado en el olivar andaluz. Además, en investigaciones recientes no se ha encontrado relación entre el historial de aplicación del Benomilo en una plantación y la resistencia de los aislados procedentes de ésta (PERES *et al.*, 2004).

El segundo factor fisiológico estudiado ha sido la capacidad para hidrolizar la caseína. Los aislados de *Colletotrichum* de olivo de Andalucía, independientemente de su tipo morfológico, presentaron actividad proteolítica, expresada mediante un halo translúcido en el borde de la colonia. En cambio los aislados de *C. gloeosporioides* de olivo procedentes de Cataluña, naranjo o fresa no mostraron esta cualidad. Estos resultados coinciden con los obtenidos por MARTÍN *et al.* (2002), y nuevamente muestran la mayor proximidad de los aislados de olivo de Andalucía a la especie *C. acutatum*.

La patogenicidad o especialización patogénica de los aislados de *Colletotrichum* spp. sobre sus huéspedes ha sido un carácter utilizado tradicionalmente en la identificación de especies o subespecies de este género (ARX, 1970; SUTTON, 1980). Sin embargo, este punto ha sido poco desarrollado en el caso de la Antracnosis del olivo. La caracterización patogénica de *Colletotrichum* spp. en aceitunas requiere tener en cuenta dos factores críticos: la existencia de heridas en los frutos y su estado de madurez. El primero de ellos es un factor que puede ser determinante en la infección (BAILEY *et al.*, 1992). En aceitunas, generalmente se admite que no son necesarias las heridas para que se desarrolle enfermedad (MATEO-SAGASTA, 1968; BOUHMIDI, 1999), aunque existen referencias que contradicen esta afirmación (GRANITI y LAVIOLA, 1981; GRANITI *et al.*, 1993). En este trabajo, se observa que la susceptibilidad aumenta con la maduración del fruto y que el patógeno es capaz de producir

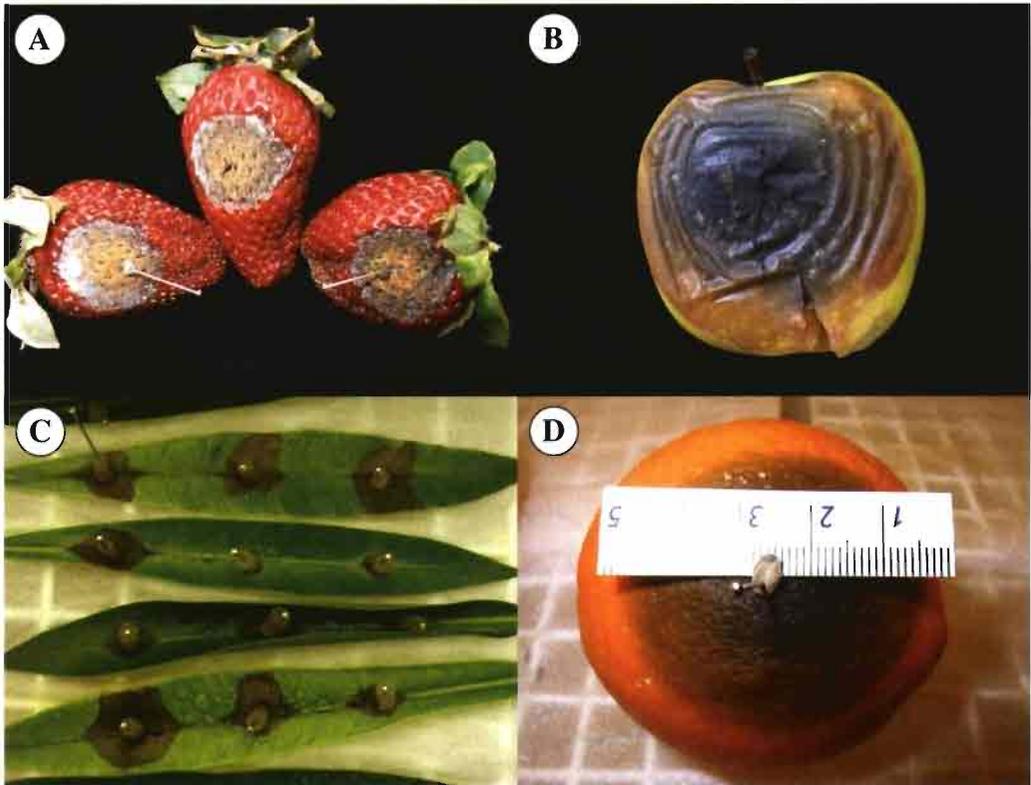


Figura 4. Síntomas causados por *Colletotrichum* spp. y *Glomerella cingulata* en distintos huéspedes. A) Fresas inoculadas con *C. acutatum* de olivo. B) Manzanas inoculadas con *C. gloeosporioides* de naranjo. C) Hojas de adelfa inoculadas con *G. cingulata* de naranjo. D) Naranja inoculación con *C. gloeosporioides* de naranjo.

infección y enfermedad en ausencia de heridas como previamente se había observado (BOUHMI, 1999).

Por otro lado, los ensayos han demostrado que existen diferencias de virulencia entre aislados de olivo coincidiendo con observaciones de otros autores (MUGNAI *et al.*, 1993; TALHINHAS *et al.*, 2005). La menor virulencia de los aislados de referencia COL-9 (*C. acutatum*), COL-30 (*C. gloeosporioides*) y COL-42 (*C. acutatum*) podría atribuirse a un fenómeno común de pérdida de virulencia (atenuación) por envejecimiento y cultivo continuado en sustratos artificiales (DHINGRA y SINCLAIR, 1995). Las diferencias de virulencia entre los aislados de

olivo y de otros huéspedes en aceituna fueron notables y más acusadas cuando los ensayos se realizaron con aceitunas inmaduros. Además, cabe destacar que los aislados de fresa y naranjo nunca llegaron a causar el síndrome de Aceituna jabonosa, aunque otros autores no han observado diferencias de síntomas (MUGNAI *et al.*, 1993; TALHINHAS *et al.*, 2005). Los resultados obtenidos muestran una notable especialización patogénica de los aislados de olivo de Andalucía. Estas observaciones permiten sugerir que el agente causal de la Antracnosis del olivo en Andalucía puede tratarse de una forma especializada de *Colletotrichum*, como se ha indicado en el sur y centro de Italia (AGOS-

TEO *et al.*, 2003; SCARITO *et al.*, 2003). Sin embargo, nuestros resultados contrastan con investigaciones que muestran que la población que ataca al olivo en Cataluña y Portugal está formada mayoritariamente por *C. acutatum* aunque ocasionalmente se aísla *C. gloeosporioides* (MARTÍN y GARCÍA, 1999; TALHINHAS *et al.*, 2005). Una tercera situación se da en Sicilia (Italia) donde todos los aislados estudiados se ajustan a la especie *C. gloeosporioides* (SCARITO *et al.*, 2003). Las diferencias observadas en los aislados de *Colletotrichum* spp. entre las distintas zonas oleícolas europeas puede deberse a un fenómeno de especialización geográfica y/o varietal al tratarse de zonas aisladas y generalmente de cultivo monovarietal.

La presencia de micelio aéreo en la aceituna maduras, un síntoma anómalo para *Colletotrichum* spp., pudo deberse al debilitamiento de la epidermis debido al estado de sobremadurez de los frutos. Este síntoma también ha sido observado por otros autores (TALHINHAS *et al.*, 2005).

La inoculación de fresas inmaduras del cv. 'Camarosa' ha puesto de manifiesto grandes diferencias de virulencia entre aislados destacando uno de naranjo (Col-69) y dos de olivo (COL-57 y COL-42). El aislado procedente de fresa (COL-45) resultó poco virulento, lo que contrasta con estudios previos que destacan la mayor virulencia de los aislados procedentes del mismo huésped (LEGARD, 2000; FREEMAN *et al.*, 2001). Nuevamente se trata de un aislado de referencia antiguo que podría haber perdido virulencia.

La elevada virulencia mostrada por los aislados de olivo y naranjo en fresa tiene especial importancia por varios motivos: i) la especie *C. acutatum* es un patógeno de cuarentena en la UE, ii) en las actuales plantaciones de fresa en Andalucía existe una elevada homogeneidad genética con un predominio de variedades sin resistencia (ej. 'Camarosa'), iii) existen zonas agrícolas (Huelva) con plantaciones próximas de fresa, naranjo y olivo. No obstante, la dispersión de las conidias en condiciones naturales se produce a corta distancia, mientras que la

dispersión a media y larga distancia está asociada a las labores agrícolas y al estado sexual del hongo (*G. acutata*), el cual nunca se ha detectado en campo (LEGARD, 2000; PERES *et al.*, 2005). Asimismo, las inoculaciones artificiales se realizan en condiciones óptimas para que se desarrolle enfermedad si se comparan con las condiciones de infección natural. Lo anterior podría explicar el que no se hayan encontrado evidencias de que la infección cruzada se produzca en campo (FREEMAN *et al.*, 1998).

Las diferencias de virulencia entre los distintos aislados inoculados en naranjas han sido muy notables. Los dos aislados que procedían de naranjas fueron los más virulentos, destacando el Col-69 (*C. gloeosporioides*). Los aislados de *Colletotrichum* spp. utilizados causaron lesiones mínimas (< 10 mm) en las naranjas. La especialización patogénica de las especies de *Colletotrichum* en diferentes tejidos del naranjo ha sido descrita: los aislados de *C. gloeosporioides* causan lesiones deprimidas en la superficie de las naranjas, principalmente en posrecolección; mientras que los aislados de *C. acutatum* infectan a los pétalos e inducen la caída de frutos pequeños y la formación de cálices persistentes (AGOSTINI y TIMMER, 1992; TIMMER y BROWN, 2000). La no patogenicidad o escasa virulencia de los aislados de olivo en cítricos también ha sido observada por otros autores (CABRAL, 1941; LATINOVIC y VUCINIC, 2002; MUGNAI *et al.*, 1993).

En las almendras, el método utilizado permitió comparar la virulencia de los aislados a pesar de las interferencias causadas por *Alternaria* sp. Posiblemente, la capa pilosa que tapiza el exocarpo de la drupa sirvió de protección a las conidias de *Alternaria* sp. que escaparon a la desinfestación con lejía. En cualquier caso, el reaislamiento de *Colletotrichum* de zonas alejadas al punto de inoculación confirmó la infección y enfermedad de las almendras. En estudios previos se había constatado la infección en almendra por aislados de *C. acutatum* y *C. gloeosporioides* procedentes de distintos huéspedes; aunque las técnicas moleculares (RAPD)

han demostrado que los biotipos que afectan a almendra en California y en Carolina del Norte son diferentes de los que infectan a fresa, melocotón y manzana (ADASKAVEG y FÖRSTER, 2000; FREEMAN *et al.*, 1998). Por otro lado, la escasa importancia económica que tiene la Antracnosis del almendro en España podría deberse a las condiciones de aridez que se dan en las zonas de producción durante los primeros estadios del desarrollo del fruto.

Las inoculaciones cruzadas con aislados de *Colletotrichum* procedentes de distintos huéspedes en manzana han sido frecuentes en los estudios de patogenicidad de este coelomiceto (BERNSTEIN *et al.*, 1995; FREEMAN *et al.*, 1998; 2001). En el presente trabajo los aislados de *Colletotrichum* spp. de olivo han sido patogénicos en manzana coincidiendo con otros autores (GRANITI *et al.*, 1993; MUGNAI *et al.*, 1993).

La inoculación en hojas jóvenes de adelfa ha permitido separar los aislados de *Colletotrichum* spp. de olivo, que han resultado no patogénicos o escasamente virulentos, del resto de aislados ensayados. En estudios anteriores se había observado el comportamiento no patogénico de los aislados de olivo en hojas de adelfa, mientras que aislados de *C. gloeosporioides* de *Annona muricata* y naranjo sí ocasionaron infección y enfermedad (CACCIOLA *et al.*, 1996).

Puede concluirse que los aislados de *Colletotrichum* spp. causantes de la Antracnosis del olivo en Andalucía, independientemente de su tipo morfológico, muestran características fisiológicas próximas a la especie *C. acutatum*. Asimismo, las inoculaciones realizadas han mostrado que estos aislados poseen una notable especialización patogénica sobre olivo si bien son capaces de infectar y desarrollar síntomas en otros huéspedes. Actualmente, aislados con conidias atípicas, con uno o los dos extremos redondeados, han sido identificados como *C. acutatum sensu lato* en base a criterios moleculares (GUERBER *et al.*, 2003). Por lo tanto, la caracterización molecular puede ser clave en el esclarecimiento de la etiología de la Antracnosis del olivo en Andalucía.

AGRADECIMIENTOS

Nuestro agradecimiento a todos los miembros del Grupo de Patología Agroforestal de la Universidad de Córdoba, al Dr. Francesc García-Figueroles por los aislados de *Colletotrichum* del Laboratorio de Sanidad Vegetal de Barcelona y especialmente a Paqui Luque por su magnífica asistencia técnica. El Dr. Oliveira ha sido becario de la Agencia Española de Cooperación Internacional (AECI). Los trabajos realizados se han financiado con los proyectos AGL-2000-1725 y AGL2004-7495.

ABSTRACT

MORAL J., R. OLIVEIRA, J. C. TELLO, A. TRAPERO. 2007. Physiological and pathogenic characterization of *Colletotrichum* isolates causing olive anthracnose. *Bol. San. Veg. Plagas*, 33: 219-234.

Olive anthracnose, caused by *Colletotrichum acutatum* and *C. gloeosporioides*, is a serious disease in many regions in the world, causing fruit rot and branch dieback. Isolates of *Colletotrichum* causing olive anthracnose in Andalusia, southern Spain, have morphological and cultural characteristics intermediate between both species, although closer to *C. acutatum* morphospecies. In this research work, isolates from Andalusia were compared with representative isolates of *C. acutatum* and *C. gloeosporioides* for physiological and pathogenic characteristics. Growth of isolates on a casein medium and PDA emended with the fungicide benomyl showed that Andalusian isolates produced casein hydrolysis and were tolerant to benomyl, similar to *C. acutatum* isolates. Inoculation of detached fruits of almond, apple, olive, orange, and strawberry, and leaves of oleander with isolates of *C. acutatum* and *C. gloeosporioides* from three different hosts (olive, orange and strawberry) showed great differences in virulence and some degree of host specialization. Higher host specialization occurred with isolates from olive. On olive

fruits, these isolates caused typical anthracnose symptoms and they were more virulent than the rest of *Colletotrichum* isolates. Olive isolates differed in virulence on olive fruits, although there were not differences between both *Colletotrichum* species. Mature olive fruits were more susceptible than immature ones, but immature fruits showed higher differences amongst isolates. Other important differential host for olive isolates was oleander. On oleander leaves, olive isolates were not pathogenic or scarcely virulent while isolates from other hosts were highly virulent.

Key words: *C. acutatum*, *C. gloeosporioides*, *Gloeosporium olivarum*, *Olea europaea*.

REFERENCIAS

- ADASKAVEG, J. E., FÖRSTER, H. 2000. Occurrence and management of anthracnose epidemics caused by *Colletotrichum* species on tree fruit crops in California. In: *Colletotrichum: Host specificity, pathology, and host-pathogen interaction*. D. Prusky, S. Freeman, M.B. Dickman, eds. APS Press, St. Paul, MN. pp. 317-336.
- ADASKAVEG, J. E., HARTIN, R. J. 1997. Characterization of *Colletotrichum acutatum* isolates causing anthracnose of almond and peach in California. *Phytopathology*, **87**: 979-987.
- AGOSTEO, G. E., LI DESTRI NOCOSIA, M. G., MAGNANO DI SAN LIO, G., FRISULLO, S., CACCIOLA, S. O. 2000. Characterization of the causal agent of olive anthracnose in southern Italy. *Acta Hort.*, **586**: 713-716.
- AGOSTEO, G. E., MACRI, C., FAEDDA, R., PENNISI, A. M., CACCIOLA, S. O., DI SAN LIO, G. M. 2003. Epidemic outbreaks of olive anthracnose in central Italy. *J. Plant. Pathol.*, **85**: 280.
- AGOSTINI, J. P., TIMMER, L. W. 1992. Selective isolation procedures for differentiation of two strains of *Colletotrichum gloeosporioides* from citrus. *Plant Dis.*, **76**: 1176-1178.
- AGRIOS, G. N. 2005. Plant Pathology, 5th ed. Elsevier Academic Press. San Diego, CA. 922 pp.
- ANALYTICAL SOFTWARE, 2003. Statistix 8 User's manual. Tallahassee, FL. pp. 359.
- ARX, J. A. VON. 1970. A revision of the fungi classified as *Gloeosporium*. *J. Cramer. Bibl. Mycol.*, **24**: 203 pp.
- BAILEY, J. A., O'CONNEL, R. J., PRING, R. J., NASH, C. 1992. Infection strategies of *Colletotrichum* species. In: *Colletotrichum: Biology, pathology and control*. J.A Bailey, M.J. Jeger, eds. CAB International, Wallingford, Oxon, UK. pp. 88-120.
- BARRANCO, D., RALLO, L. 2005. Épocas de floración y maduración. In: *Varietades de olivo en España*. Coedición MAPA/Mundi-Prensa, Madrid. pp. 281-292.
- BERNSTEIN, B., ZEHR, E.I., DEAM, R.A., SHABI, E. 1995. Characteristics of *Colletotrichum* from peach, apple, pecan, and other hosts. *Plant Dis.*, **79**: 478-482.
- BOUHMIDI, K. 1999. Caracterización morfológica y patológica de aislados de *Colletotrichum* spp. causantes de la "Aceituna jabonosa" del olivo. Tesis de Máster en Olivicultura y Elaiotecnía. ETSIAM, Universidad de Córdoba. 110 pp.
- BROWN, G. E., SREENIVAPRASAD, S., TIMMER, L. W. 1996. Molecular characterization of slow-growing orange and key lime anthracnose strains of *Colletotrichum* from citrus as *C. acutatum*. *Phytopathology*, **86**: 523-527.
- CABRAL, R. V. G. 1941. Notas sobre *Gloeosporium olivarum*. *Agronomía Lusitana*, **3**: 49-58.
- CACCIOLA, S. O., PANE, A., AGOSTEO, G. E., MAGNANO DI SAN LIO, G. 1996. Osservazioni sull'epidemiologia dell'antracnosi dell'olivo in Calabria. *Informatore Fitopatologico*, **6**: 27-32.
- DHINGRA, O. D., SINCLAIR, J. B. 1995. Basic plant pathology methods. 2th ed. CRC Press, Boca Raton, L. 434 pp.
- FÖRSTER, H., ADASKAVEG, J. E. 1999. Identification of subpopulations of *Colletotrichum acutatum* and epidemiology of almond anthracnose in California. *Phytopathology*, **89**: 1056-1065.
- FREEMAN, S., KATAN, T., SHABI, E. 1998. Characterization of *Colletotrichum* species responsible for anthracnose diseases of various fruits. *Plant Dis.*, **82**: 596-605.
- FREEMAN, S., MINZ, D., MAYMON, M., ZVAIBIL, A. 2001. Genetic diversity within *Colletotrichum acutatum sensu* Simmonds. *Phytopathology*, **91**: 586-592.
- GRANITI, A., FRISULLO, S., PENNISI, A. 1993. Infections of *Glomerella cingulata* on olive in Italy. *EPPO Bulletin*, **23**: 457-465.
- GRANITI, A., LAVIOLA, C. 1981. Sguardo generale alle malattie parassitarie dell'olivo. *Informatore Fitopatol.*, **31**: 77-92.
- GUERBER, J. C., LIU, B., CORRELL, J. C., JOHNSTON, P. R. 2003. Characterization of diversity in *Colletotrichum acutatum sensu lato* by sequence analysis of two gene introns, mtDNA and intron RFLPs, and mating compatibility. *Mycologia*, **95**: 872-895.
- LATINOVIC, J. Y., VUCINIC, Z. 2002. Cultural characteristics, pathogenicity and host range of *Colletotrichum gloeosporioides* isolated from olive plants in Montenegro. *Acta Hort.*, **586**: 753-755.
- LEGARD, D. E. 2000. *Colletotrichum* diseases of strawberries in Florida. In: *Colletotrichum: Host specificity, pathology, and host-pathogen interaction*. D. Prusky, S. Freeman, M.B. Dickman, eds. APS Press, St. Paul, MN. pp. 292-299.
- MARTÍN, M. P., GARCÍA-FIGUERES, F. 1999. *Colletotrichum acutatum* y *C. gloeosporioides* cause anthracnose on olives. *Eur. J. Plant Pathol.*, **105**: 733-741.
- MARTÍN, M. P., GARCÍA-FIGUERES, F., TRAPERO, A. 2002. Indicadores específicos para detectar las especies de *Colletotrichum* causantes de la antracnosis de los olivos. *Bol. San. Veg. Plagas*, **28**: 43-50.

- MATEO-SAGASTA, E. 1968. Estudios básicos sobre *Gloeosporium olivarum* Alm. (Deuteromiceto Melanconial). *Bol. Patol. Veg. Entomol. Agric.*, **30**: 31-135.
- MORAL, J. 2004. Caracterización fisiológica y patogénica de aislados de *Colletotrichum* spp. causantes de la Antracnosis del olivo. Trabajo Profesional Fin de Carrera, Universidad de Almería, Almería. 182 pp.
- MORAL, J., ÁVILA, A., LÓPEZ-DONCEL, L.M., ALSALIMIYA, M., OLIVEIRA, R., GUTIÉRREZ, F., NAVARRO, N., BOUHMIDI, K., BENALI, A., ROCA, L., TRAPERO, A. 2005. Resistencia a los Repilos de distintas variedades de olivo. *Vida Rural*, **208**: 34-40.
- MUGNAL, L., SURICO, G., ROGAZZI, A. 1993. *Glomerella cingulata* on olive in India: morphological and pathological notes. *EPPO Bull.*, **23**: 449-455.
- OLIVEIRA, R., MORAL, J., BOUHMIDI, K., TRAPERO, A. 2005. Caracterización morfológica y cultural de aislados de *Colletotrichum* spp. causantes de la Antracnosis del olivo. *Bol. San. Veg. Plagas*, **31**: 531-548.
- PERES, N. A. R., SOUZA, N. L., PEEVER, T. L., TIMMER, L. W. 2004. Benomyl sensitivity of isolates of *Colletotrichum acutatum* and *C. gloeosporioides* from citrus. *Plant Dis.*, **88**: 125-130.
- PERES, N. A. R., TIMMER, L. W., ADASKAVEG, J. E., CORRELL, J. C. 2005. Lifestyles of *Colletotrichum acutatum*. *Plant Dis.*, **89**: 784-796.
- SCARITO, G., PANE, A., RAUDINO, F., FRISULLO, S., CACCIOLA, S. O. 2003. *Colletotrichum gloeosporioides* causal agent of olive rots in Sicily. *J. Plant. Pathol.*, **85**: 310.
- SMITH, B.J., BLACK, L. L. 1990. Morphological, cultural, and pathogenic variation among *Colletotrichum* species isolated from strawberry. *Plant Dis.*, **74**: 69-76.
- SUTTON, B.C. 1980. The *Coelomycetes*. Fungi imperfecti with pycnidia, acervula and stromata. Commonwealth Mycological Institute, Kew, UK. 696 pp.
- SUTTON, B.C. 1992. The genus *Glomerella* and its anamorph *Colletotrichum*. In: *Colletotrichum: Biology, pathology and control*. J.A. Bailey y M.J. Jeger, eds. CAB International, Wallingford. pp. 1-27.
- TALHINHAS, P., SREENIVASAPRASAD, S., NEVES-MARTINS, J., OLIVEIRA, H. 2005. Molecular and phenotypic analyses reveal association of diverse *Colletotrichum acutatum* Groups and a low level of *C. gloeosporioides* with olive anthracnose. *Appl. Environ. Microbiol.*, **71**: 2987-2998.
- TIMMER, L. W., BROWN, G. E. 2000. Biology and control of anthracnose disease of citrus. In: *Colletotrichum: Host specificity, pathology, and host-pathogen interaction*. D. Prusky, S. Freeman, M.B. Dickman, eds. APS Press, St. Paul, MN.

(Recepción: 7 diciembre 2006)

(Aceptación: 24 enero 2007)

Detección de las infecciones latentes de *Spilocaea oleagina* en hojas de olivo

A. ZARCO, J. R. VIRUEGA, L. F. ROCA, A. TRAPERO

El Repilo causado por *Spilocaea oleagina* es una enfermedad extendida por toda el área de cultivo del olivo, originando defoliaciones de los árboles afectados que dan lugar a una disminución de la producción. El largo periodo de incubación de la enfermedad hace necesaria la detección precoz de las infecciones, a fin de establecer una eficaz estrategia de control. En el presente trabajo se ha optimizado el denominado método de la sosa para la detección de infecciones latentes, usado en la mayoría de estudios sobre la biología y epidemiología de este patógeno, y se ha comparado su eficacia con otros métodos de detección. Se utilizaron hojas separadas de olivos del cultivar 'Picual' procedentes de campos con alta y baja incidencia de la enfermedad y plantones sanos. La inoculación artificial de hojas y plantones se llevó a cabo mediante deposición de gotas o pulverización con una suspensión conidial del patógeno. Los resultados obtenidos mostraron la concentración del 5% de la solución de hidróxido sódico como la más adecuada para la detección de infecciones latentes. No se observó influencia de la temperatura entre 10 y 30 °C, aunque temperaturas iguales o superiores a 60 °C redujeron significativamente el número de infecciones al disminuir el contraste de las lesiones. El tiempo de inmersión de las hojas para la detección del 95% de las lesiones fue de 20.7 min. El tiempo mínimo para la detección desde que se produce la infección se estableció en 10 días, resultando las hojas jóvenes procedentes de olivos y las procedentes de plantones más susceptibles a la infección en inoculación artificial. Ninguno de los demás métodos evaluados mejoró sensiblemente la detección de infecciones latentes respecto al método del hidróxido sódico.

A. ZARCO, J. R. VIRUEGA, L. F. ROCA, A. TRAPERO. Grupo de Patología Agroforestal, Dpto. de Agronomía, ETSIAM, Universidad de Córdoba. Campus Universitario de Rabanales, Edificio Celestino Mutis, 14071 Córdoba. Correo electrónico: trapero@uco.es

Palabras clave: *Cycloconium oleaginum*, *Olea europaea*, hidróxido sódico.

INTRODUCCIÓN

El Repilo o caída de las hojas de olivo, causado por el hongo Hifomiceto *Spilocaea oleagina*, es una de las enfermedades más importantes del olivar español, siendo bien conocida por los olivicultores. La principal consecuencia de la enfermedad es la caída anticipada de las hojas infectadas, quedando en ocasiones las ramas totalmente defoliadas, lo que hace referencia al nombre de

Repilo (ANDRÉS, 1991; TRAPERO y BLANCO, 2004). Esta defoliación origina una escasa floración y fructificación. El síntoma más característico de la enfermedad se presenta en el haz de las hojas, donde se aprecian manchas, frecuentemente circulares, de tamaño variable y de coloración desde marrón oscuro a negro, a veces con un halo amarillo característico, aunque también pueden aparecer lesiones en el peciolo y en el nervio central del envés de las hojas, en el



Figura 1. Manchas foliares típicas causadas por *Spilocaea oleagina* en hojas de olivo.

pedúnculo, en el fruto y en ramos jóvenes (Figura 1) (ANDRÉS, 1991; GRANITI, 1993; MODUGNO, 1957; TRAPERO y BLANCO, 2004). *Spilocaea oleagina* es un patógeno específico del olivo y su nombre hace referencia exclusivamente al estado asexual del hongo. Los únicos propágulos del patógeno para la dispersión e infección son las esporas asexuales o conidios. Éstos se dispersan casi exclusivamente por la lluvia, aunque también se ha determinado su dispersión por viento e insectos (TJAMOS *et al.*, 1993). El establecimiento de la infección se produce entre 8 y 24 °C, con el óptimo en torno a 15 °C, y requiere agua libre o alta humedad durante al menos 12 horas (VIRUEGA y TRAPERO, 2002). El periodo de incubación o latencia, desde la infección hasta la aparición de síntomas o signos, tiene una gran importancia epidemiológica. Su duración es muy variable, pudiendo oscilar entre 1 y 10 meses, en función de la temperatura, humedad relativa, variedad de olivo, edad de la

hoja, etc. (TRAPERO *et al.*, 2001). La larga duración de este periodo pone de manifiesto la importancia de su detección temprana, que es fundamental para la oportuna aplicación de las intervenciones fitosanitarias contra la enfermedad (LOPRIENO y TENERINI, 1959). Un momento crítico para la infección es la primavera, si se presentan periodos frescos y lluviosos y existe abundancia de inóculo. Las infecciones de hojas jóvenes, que son extremadamente susceptibles, permanecen latentes hasta el otoño-invierno siguiente, constituyendo la principal fuente de inóculo (VIRUEGA y TRAPERO, 1999; TRAPERO y ROCA, 2004). Para la detección de infecciones latentes por hongos causantes de roñas en frutales u otras enfermedades foliares que presentan cierta similitud con el Repilo, hay publicados gran número de métodos (BRUZZESE y HASAN, 1983; CERKAUSKAS y SINCLAIR, 1980; GESSLER y STUMM, 1984; MYERS y FRY, 1978; PREECE, 1959; SAHA *et al.*, 1988; SHIFTON y BROWN, 1962; TUIE,

1969; WHITE y BAKER, 1954). Estos métodos utilizan aclarado y/o tinción integral de las hojas o sustancias que aceleran la senescencia de los tejidos vegetales y la manifestación de síntomas y signos de la infección. Para *S. oleagina* en olivo, el método de detección mayormente utilizado en los estudios sobre la biología y epidemiología del patógeno, fue desarrollado por LOPRIENO y TENERINI (1959) y se basa en la oxidación de los compuestos fenólicos que se acumulan en las zonas afectadas como respuesta al patógeno, al sumergir las hojas en una solución acuosa de hidróxido sódico (NaOH) o hidróxido potásico (KOH) al 5% y 50-60 °C durante 2-3 min. Este método conocido como el "método de la sosa" fue modificado por LABORDA (1964), haciéndolo aplicable a temperatura ambiente. ALVARADO y BENITO (1975) utilizaron una nueva modificación del método, prolongando el tiempo de inmersión hasta 25-35 min, manteniendo la concentración del 5% de NaOH.

Salvo en contadas ocasiones (ANTÓN, 1988; GRANITI, 1962; 1965; MILLER, 1949; SAAD y MASRI, 1978; TENERINI y LOPRIENO, 1960), no se han utilizado métodos alternativos al de la sosa para revelar infecciones latentes de *S. oleagina* en olivo.

Debido a las importantes implicaciones epidemiológicas y al limitado conocimiento existente sobre las infecciones latentes de *S. oleagina* en hojas de olivo, el objetivo del presente trabajo ha sido la optimización del método del hidróxido sódico y la evaluación de la eficacia de otros métodos en la detección de las infecciones de *S. oleagina*.

MATERIAL Y MÉTODOS

1.- Material vegetal

Se utilizaron hojas de olivo del cultivar 'Picual' recogidas en la finca "Alameda del Obispo" del C.I.F.A. de Córdoba; las hojas procedían de parcelas con un ataque severo de Repilo (incidencia de hojas con lesiones visibles del 25-45%) y de parcelas con bajo ataque (incidencia de lesiones latentes o visibles <0,5%). También se utilizaron

plantones del mismo cultivar, de 4-6 meses de edad, cultivados en invernadero y libres de Repilo, así como hojas separadas de éstos.

2.- Inoculación

La inoculación de las hojas o plantones con *S. oleagina* se llevó a cabo siguiendo el método desarrollado por LÓPEZ DONCEL *et al.* (2000). Dos formas de inoculación fueron utilizadas, en la primera se colocaron en el haz foliar, tres gotas de una suspensión conidial obtenida sumergiendo en agua hojas intensamente esporuladas, ajustándose la suspensión a $1-1,5 \times 10^5$ conidios /ml. En el segundo caso se pulverizaron las hojas o los plantones con dicha suspensión conidial. Tras la inoculación se incubaron las hojas o los plantones durante 48 horas en oscuridad a 12-20 °C y 100% HR. Las hojas separadas se mantuvieron en cámaras húmedas para evitar la desecación durante el transcurso del ensayo.

3.- Optimización del método de detección del hidróxido sódico

Para optimizar el método de detección de las infecciones latentes con hidróxido sódico se evaluaron los siguientes factores: concentración de NaOH (10 a 300 g/l), temperatura (10 a 100 °C), tiempo de inmersión (2 a 60 min), edad de la hoja (joven, intermedia, vieja) y procedencia de la hoja (plantón en invernadero, olivo en campo). Debido al gran número de factores, su efecto se determinó en experimentos secuenciales, en los que se evaluaron por separado cada uno de ellos fijando los restantes, a excepción del caso de la temperatura, donde se incluyeron tres tiempos de inmersión (5, 15 y 30 min). Los valores de los factores fijos en cada uno de los experimentos, ordenados cronológicamente, fueron: 20 °C y 30 min de inmersión para estudiar el efecto de la concentración de NaOH; 50 g/l y 5, 15 y 30 min para la temperatura; 50 g/l y 20 ± 2 °C para el tiempo de inmersión y 50 g/l, 20 ± 2 °C y 30 min para la edad y procedencia de las hojas.

4.- Comparación con otros métodos de detección

Utilizando como referencia el método de la sosa, se evaluaron 10 métodos de tinción integral (con o sin clarificado previo de las hojas), tinción con azul algodón en lactofenol (WHITE y BAKER, 1954), DIENER (1955), PREECE (1959), TENERINI y LOPRIENO (1960), SHIPTON y BROWN (1962), Enochs (TUIE, 1969), MYERS y FRY (1978), BRUZZESE y HASAN (1983), GESSLER y STUMM (1984) y el método de tinción con rosa de bengala (SAHA, 1988); tres métodos basados en la reacción con los grupos fenólicos acumulados en las zonas infectadas (métodos del hidróxido potásico (LOPRIENO y TENERINI, 1959), agua oxigenada y del cloruro férrico) y un último método basado en acelerar la senescencia de las hojas (método del "Parquat") (CERKAUSKAS y SINCLAIR, 1980).

5.- Evaluaciones realizadas y análisis de los datos

Las determinaciones realizadas tras la aplicación de estos métodos para la detección de infecciones latentes de *S. oleagina* fueron: incidencia de hojas con infecciones latentes, número de lesiones latentes por hoja (distinguiendo tres tamaños: pequeñas (<1 mm), medianas (1-3 mm) y grandes (>3 mm) y diámetro medio de las lesiones.

Los datos se analizaron mediante el programa "Statistix" (ANALYTICAL SOFTWARE, 2003). A partir de los datos de incidencia de hojas con síntomas visibles (evaluada en campo) y de hojas con lesiones latentes (evaluada en laboratorio), se determinó la incidencia total según la expresión:

$$\text{Totales} = \text{Visibles} + (100 - \text{Visibles}) \times (\text{Latentes}/100)$$

en la que todos los valores se expresan como porcentaje. Se realizaron análisis de la varianza para el efecto de los factores estudiados. La comparación de medias se hizo según el test DMS (Diferencia Mínima Significativa), protegido de Fisher al nivel de probabilidad del 5% (STEEL y TORRIE, 1985).

Para analizar el efecto del tiempo de inmersión de las hojas en la detección de infecciones latentes, se ajustaron los datos a la distribución de Weibull (WEIBULL, 1951), definida por la ecuación:

$$Y = 1 - e^{-(t-a)/b)^c}$$

en la que Y = proporción acumulada de lesiones detectadas; t= tiempo en minutos; a= parámetro de localización o tiempo de comienzo de la detección (en este caso a = 0); b y c son los parámetros de escala y forma, respectivamente. El ajuste estadístico de los datos se realizó sobre la forma lineariizada de dicha ecuación:

$$\text{Ln} (\text{Ln} (1/(1-y))) = c \text{Ln} t - c \text{Ln} b$$

en la que Ln es el logaritmo natural. Este modelo de regresión fue elegido en base a la significación de los parámetros estimados ($P < 0.05$), coeficiente de correlación (R^2), coeficiente de correlación ajustado por los grados de libertad (R^2_a), estadístico Durbin-Watson de autocorrelación y la distribución de residuos (CAMPBELL y MADDEN, 1990; ANALYTICAL SOFTWARE, 2003). Para el ajuste se utilizaron los valores medios ponderados por la inversa del coeficiente de variación de la proporción de lesiones detectadas sin acumular ($1/CV = \text{media}/\text{desviación estándar}$).

RESULTADOS

1.- Efecto de la concentración de NaOH

La concentración de la solución de hidróxido sódico ejerció una influencia significativa sobre la detección de infecciones latentes de *S. oleagina*, tanto en el número de lesiones aparecidas y el tamaño de éstas, como en la incidencia de hojas con infecciones latentes (Cuadro 1; Figura 2). En las concentraciones superiores a 100 g/l, el contraste entre las lesiones y los tejidos de la hoja se hizo paulatinamente menor. Al aumentar la concentración, la superficie de las manchas tendió a hacerse mayor, disminuyendo sin embargo su color. Así, se encontró que el número de

Cuadro 1. Efecto de la concentración de la solución de hidróxido sódico en la detección de infecciones latentes de *Spilocaea oleagina* en hojas de olivo infectadas en campo^y

FECHA MUESTREO	CONC ^x	INCIDENCIA DE HOJAS INFECTADAS (%)	NÚMERO DE LESIONES LATENTES ^y			
			PEQ.	MED.	GRA.	TOT.
MARZO	12.5	10.4 ^z a	25.7 a	13.0 a	1.8 a	40.5 a
	25	12.3 ab	25.0 a	18.5 a	1.1 a	44.6 a
	50	14.7 c	54.1 b	36.7 b	7.1 b	97.9 b
	100	13.8 bc	34.1 ab	20.9 a	5.4 b	60.4 a
NOVIEMBRE	10	6.8 a	28.1 a	28.5 a	3.2 a	60.8 a
	25	8.9 b	26.0 a	32.5 a	3.2 ab	61.7 a
	50	10.5 bc	30.9 b	21.6 a	3.3 ab	55.8 a
	100	11.7 cd	40.3 bc	39.9 b	6.3 bc	86.5 b
	150	13.1 d	49.3 c	43.8 b	8.8 c	101.9 b
DICIEMBRE	10	12.1 a	88.0 ab	7.8 a	0.9 a	96.7 ab
	25	11.5 a	71.8 a	8.0 a	2.0 a	81.8 a
	50	15.9 b	126.7 cd	11.0 a	2.8 a	140.5 c
	100	16.2 b	136.4 d	10.1 a	2.6 a	149.1 c
	150	17.0 b	97.5 bc	11.1 a	8.0 b	116.6 bc
	200	15.7 b	96.6 abc	12.9 a	10.0 b	119.5 bc
	250	16.2 b	88.8 ab	24.7 b	20.5 c	134.0 c
	300	15.7 b	80.5 ab	32.1 b	23.2 c	144.8 c

v Hojas asintomáticas procedentes de una parcela experimental de la finca "Alameda del Obispo" (CIFA, Córdoba) que presentaba un severo ataque de Repilo.

x Concentración de la solución de hidróxido sódico en g/l.

y Pequeñas (PEQ., < 1mm), Medianas (MED., 1-3mm), Grandes (GRA., > 3mm)], Totales =PEQ+MED+GRA.

z Cada valor es media de 10 repeticiones de 20 hojas. Para cada columna y fecha, valores seguidos de una letra común no difieren significativamente (P=0.05), según el test DMS protegido de Fisher (STEEL y TORRIE, 1985). Para el análisis de la varianza se realizaron las transformaciones Arcoseno $(x/20)^{0.5}$ para la incidencia y $(x+0.5)^{0.5}$ para los conteos de los diferentes tipos de lesiones.

lesiones pequeñas detectadas iba disminuyendo conforme aumentaba la concentración de la solución a partir de los 100 g/l, mientras que aumentó el número de lesiones medianas y grandes, hasta los 300 g/l. En el total de lesiones, ambas tendencias se contrarrestaron, tendiendo su número a permanecer estable a partir de los 50 g/l. La incidencia de hojas con infecciones latentes de Repilo, fue significativamente superior para concentraciones de hidróxido sódico iguales o superiores a 50 g/l, no existiendo en general, diferencias significativas entre estas últimas concentraciones. En las hojas inoculadas, el efecto de la concentración sobre el diámetro de las lesiones no resultó significativo. Para el número de lesiones detectadas sí hubo un

efecto significativo de la concentración, detectándose mayor número de lesiones con concentraciones iguales o superiores a 25 g/l y no existiendo diferencias entre las últimas concentraciones (Cuadro 2).

2.- Efecto de la temperatura

La temperatura, entre 10 y 30 °C, no mostró una influencia significativa sobre la detección de las infecciones latentes de Repilo (Cuadro 3). No obstante, se observó una disminución del contraste de las lesiones al aumentar la temperatura, por lo que el número de lesiones disminuyó al emplear la temperatura de 60 °C. A 100 °C no se detectó ninguna infección. En este experimento se emplearon tres tiempos de inmersión de las

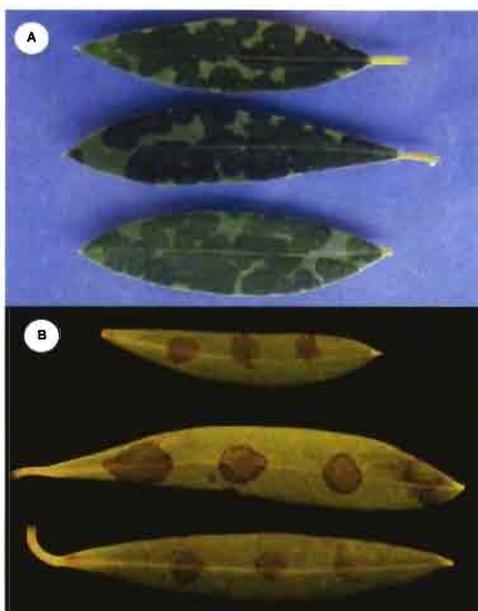


Figura 2. Síntomas latentes en hojas inoculadas sometidas al método de la sosa. A) hojas procedentes de plantones tras 10 minutos de inmersión en solución de NaOH. B) hojas inoculadas mediante gota.

hojas (5, 15 y 30 min), observándose un aumento significativo de la incidencia de hojas infectadas y del número de lesiones latentes, especialmente las lesiones medianas y grandes, al aumentar el tiempo de inmersión (Cuadro 4). Sin embargo, no se observó interacción entre temperatura y tiempo de inmersión.

3.- Efecto del tiempo de inmersión

La evaluación de la detección de infecciones latentes en función del tiempo de inmersión de las hojas se representa en la Figura 3. Como puede apreciarse, la gran mayoría de lesiones latentes de *S. oleagina* se detectaron a los pocos minutos (< 5 min) de la inmersión en hidróxido sódico, pero continuaron apareciendo algunas hasta los 60 min (Figura 3). No obstante, a partir de los 45 minutos, el contraste de las manchas disminuyó marcadamente. El modelo de Weibull presentó un buen ajuste a los datos experimentales. Los dos parámetros fueron significativos ($p=0.05$), los valores de R^2 y R^2_a fueron

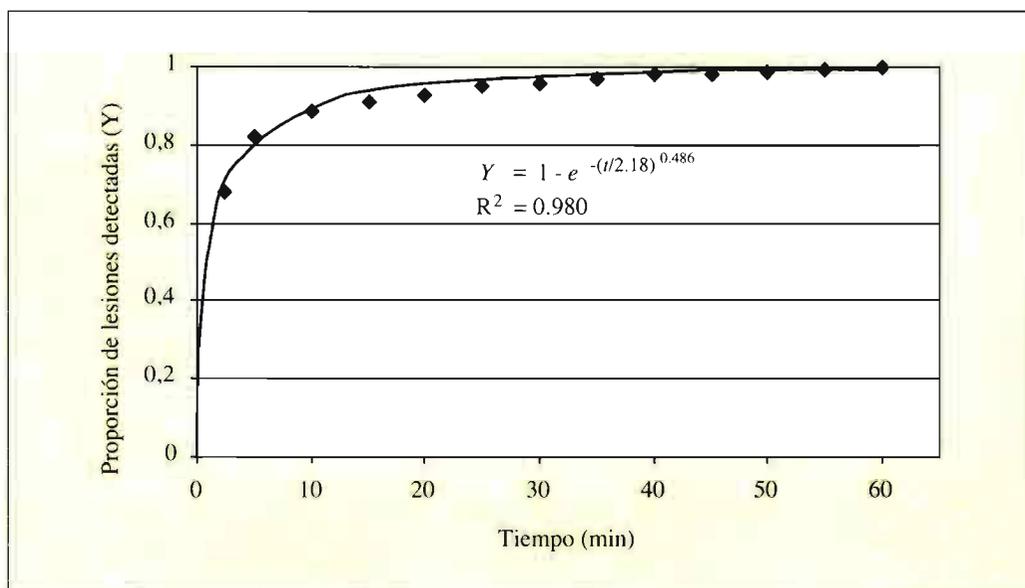


Figura 3. Evolución de la detección de infecciones latentes de *Spillocaea oleagina* en hojas de olivo en función del tiempo de inmersión de las hojas en NaOH. Curva de valores ajustados por el modelo de Weibull frente a los valores observados (rombos).

Cuadro 2. Efecto de la concentración de la solución de hidróxido sódico en la detección de infecciones latentes de *Spilocaea oleagina* en hojas de olivo inoculadas^y

CONCENTRACIÓN (g/l NaOH)	NÚMERO DE LESIONES LATENTES POR HOJA	DIÁMETRO DE LAS LESIONES (mm)
10	0.6 ^z a	0.83
25	1.0 abc	1.20
50	0.7 ab	0.82
100	1.3 abc	1.09
150	1.5 abc	1.14
200	1.9 c	1.86
250	1.9 c	1.53
300	1.6 bc	1.61

y Hojas sanas del cultivar 'Picual' se inocularon mediante deposición de gotas de una suspensión de conidios de *S. oleagina* (3 gotas/hoja).

z Cada valor es media de 10 repeticiones de 1 hoja. Para cada columna, valores seguidos de una letra común, o sin letra, no difieren significativamente, según el test DMS protegido de Fisher (STEEL y TORRIE, 1985). Para el análisis de la varianza se realizó la transformación Arcoseno $(x/3)^{0.5}$ para el número de lesiones.

Cuadro 3. Efecto de la temperatura de la solución de hidróxido sódico en la detección de infecciones latentes de *Spilocaea oleagina* en hojas de olivo infectadas en campo^x

TEMP (°C)	INCIDENCIA DE HOJAS INFECTADAS (%)	NÚMERO DE LESIONES LATENTES ^y			
		PEQ.	MED.	GRA.	TOT.
10	14.6 ^z ab	46.6 b	26.5 ab	3.9 a	77.0 b
20	13.3 a	54.1 b	29.5 ab	4.2 a	87.8 b
30	15.2 b	53.5 b	37.7 b	4.7 a	95.9 b
60	13.6 a	16.4 a	22.7 a	3.5 a	42.6 a

x Hojas asintomáticas procedentes de una parcela experimental de la finca "Alameda del Obispo" (CIFA, Córdoba) que presentaba un severo ataque de Repilo.

y Pequeñas (PEQ., < 1mm), Medianas (MED., 1-3 mm), Grandes (GRA., > 3mm), Totales = PEQ + MED + GRA.

z Cada valor es media de 5 repeticiones de 100 hojas. Para cada columna, valores seguidos de una letra común, no difieren significativamente (P=0.05), según el test DMS protegido de Fisher (STEEL y TORRIE, 1985). Para el análisis de la varianza se realizaron las transformaciones Arcoseno $(X/100)^{0.5}$ para la incidencia y $(X+0.5)^{0.5}$ para los conteos de los diferentes tipos de lesiones.

0.980 y 0.977 respectivamente, no existió autocorrelación y no se observó un patrón claro en la distribución de los residuos estandarizados sobre los valores ajustados ni sobre la variable independiente (Ln t). Las predicciones del modelo para el tiempo necesario para detectar el 50, 95 y 99% de las infecciones latentes fueron 1.1, 20.7 y 49.3 min, respectivamente. El intervalo de confianza y el intervalo de predicción para el tiempo necesario para la detección del 95% de las infecciones latentes fueron 18.5-23.2 y 14.4-29.9 min, respectivamente.

4.- Efecto de la edad y procedencia de la hoja

La edad y el tipo de hoja tuvieron una marcada influencia en la detección de infecciones latentes de *S. oleagina*. En los experimentos con plántones inoculados artificialmente (Experimentos 1 y 2; Figura 4A) las lesiones comenzaron a detectarse a partir de los 10 días de la inoculación. Entre los 10 y 14 días se produjo un aumento drástico en la detección, que continuó hasta estabilizarse en torno al 85%, a partir de la 4ª semana de la inoculación. El valor T_{50} (tiempo en el

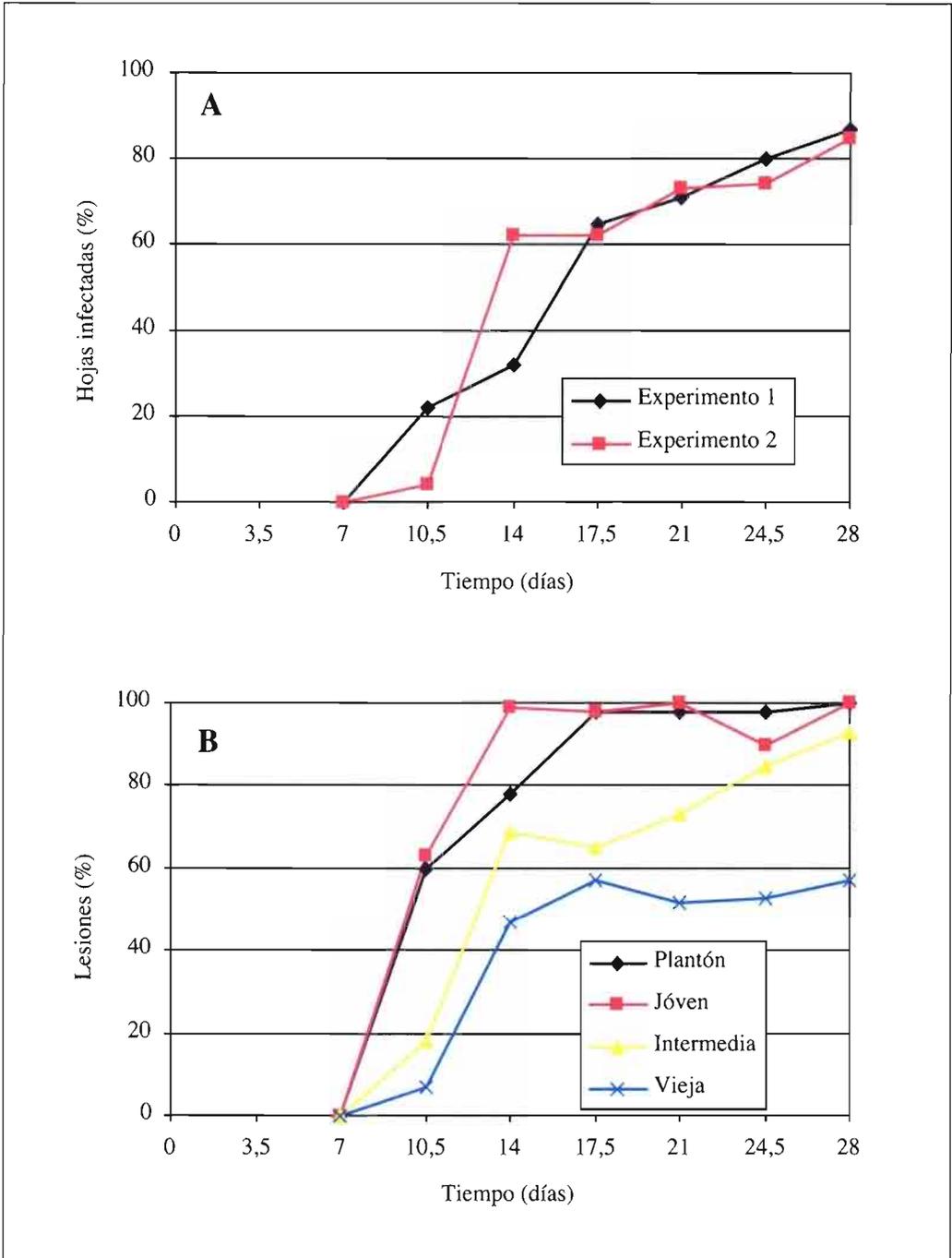


Figura 4. Variación temporal en la detección de infecciones latentes de *Spilocaea oleagina*.

A) plántones de 6 meses inoculados por pulverización.

B) hojas separadas inoculadas mediante gota, obtenidas de plántones en invernadero y de árboles en campo (hoja joven, intermedia y vieja).

Cuadro 4. Efecto de tres tiempos de inmersión en la solución de hidróxido sódico en la detección de infecciones latentes de *Spilocaea oleagina* en hojas de olivo infectadas en campo^x

TIEMPO (min)	INCIDENCIA DE HOJAS INFECTADAS(%)	NÚMERO DE LESIONES LATENTES ^y			
		PEQ.	MED.	GRA.	TOT.
5	12.5 ^z a	43.8 a	22.3 a	2.1 a	68.2 a
15	14.2 b	42.7 a	30.1 b	3.8 a	76.6 a
30	15.8 c	41.3 a	34.8 b	6.2 b	82.3 a

x Hojas asintomáticas procedentes de una parcela experimental de la finca "Alameda del Obispo" (CIFA, Córdoba) que presentaba un severo ataque de Repilo.

y Pequeñas (PEQ., < 1mm), Medianas (MED., 1-3 mm), Grandes (GRA., > 3mm), Totales = PEQ + MED + GRA.

z Cada valor es media de 5 repeticiones de 100 hojas. Para cada columna, valores seguidos de una letra común, no difieren significativamente (P=0.05), según el test DMS protegido de Fisher (STEEL y TORRIE, 1985). Para el análisis de la varianza se realizaron las transformaciones Arcoseno (X/100)^{0.5} para la incidencia y (X+0.5)^{0.5} para los conteos de los diferentes tipos de lesiones.

Cuadro 5. Efecto de la edad y del tipo de hoja en la detección secuencial de infecciones latentes de *Spilocaea oleagina*^t

Material vegetal ^u	T ₅₀ ^v	Incidencia ^x infecciones (%)	Diámetro ^y mancha (mm)
Plantón (Exp. 1)	15.9 ^z	86.0	-
Plantón (Exp. 2)	13.8	84.0	1.1
Hoja (plantón) (Exp. 3)	9.9a	100a	5.4a
Hoja (árbol-A) (Exp.3)	9.7a	100a	4.6a
Hoja (árbol-M) (Exp. 3)	12.8b	93.3b	2.9b
Hoja (árbol-B)	15.6c	66.7c	0.9c

t Plantones completos u hojas separadas de olivo del cultivar 'Picual' se inocularon con una suspensión de conidios de *S. oleagina*, mediante pulverización o gota (3 gotas/hoja), respectivamente. Cada 3.5 días durante 4 semanas, se tomaron muestras de hojas que fueron evaluadas con el método del hidróxido sódico.

u Se utilizaron plantones completos (Exp. 1 y Exp. 2) cultivados en invernadero durante 6 meses, hojas separadas de los plantones y hojas de tres edades (A = jóvenes, zona apical del ramo; M = edad intermedia; B = viejas, zona basal del ramo) procedentes de olivos que no presentaban ataques de Repilo.

v Tiempo en días en que se detectaron el 50% de las infecciones.

x Porcentaje medio de infecciones detectadas a las 4 semanas de la inoculación.

y Diámetro medio de las manchas detectadas a las 4 semanas de la inoculación.

z Para cada columna, los valores de los distintos tipos de hojas seguidos de una letra común no difieren significativamente (P = 0.05), según el test DMS protegido de Fisher (STEEL y TORRIE, 1985).

que se detectaron el 50% de las lesiones) fue de 15.9 días para el primer experimento y 13.8 para el segundo (Cuadro 5). Las infecciones latentes se hicieron visibles, convirtiéndose en lesiones con abundante esporulación, a partir de los 60 días de la inoculación. En el tercer experimento, con hojas separadas procedentes de plantones y olivos, la evolución temporal de la detección de infecciones latentes fue similar a lo indicado anteriormente, aunque más rápida (Figura 4B). Las hojas de plantones y las hojas jóvenes de olivo de campo presentaron un 60-63% de

incidencia a los 10 días, alcanzando el máximo (próximo al 100%) a partir de los 14-17 días; mientras que las hojas viejas del campo mostraron una incidencia del 5,5% a los 10 días, alcanzando el máximo (aproximadamente 70%) a partir de los 28 días de la inoculación. Las hojas de edad intermedia mostraron tiempos de detección intermedios. Las lesiones latentes se hicieron visibles a partir de los 30 días de la inoculación. El diámetro medio de las lesiones también mostró un incremento gradual con el tiempo; si bien, los diámetros de las lesiones de las hojas



Figura 5. Lesiones latentes de *Spilocaea oleagina* en hojas infectadas en campo, tras la aplicación de varios métodos de detección. 1) Método de Enochs (1969), 2) Método de Tenerini y Loprieno (1960), 3) Método de Myers y Fry (1978), 4) Método del cloruro férrico, 5) Método del agua oxigenada, 6) Método del "Paraquat", 7) Método de tinción con rosa de bengala, 8) Método de Preece (1959).

procedentes de plantones o de hojas jóvenes del campo fueron similares y difirieron a su vez de los de las hojas intermedias y viejas procedentes del campo (Cuadro 5).

5.- Comparación entre métodos de detección

En la valoración cualitativa de los métodos de detección de infecciones latentes de *S. oleagina*, la mayoría de los métodos ensayados lograron una buena clarificación de las hojas a excepción de la tinción con azul algodón en lactofenol, la tinción con rosa de bengala, y los métodos del Paraquat, del agua oxigenada y del cloruro férrico. En algunos de los métodos la tinción logró poner de manifiesto claramente las infecciones latentes de *S. oleagina*, (Preece, Enochs, Bruzzese, agua oxigenada) aunque en ciertos casos, también aparecían manchas similares en zonas dañadas mecánicamente o por el propio procedimiento (Preece, cloruro férrico) e incluso en hojas no infectadas (Gessler), o bien el número de lesiones detectadas era inferior al de otros métodos (Shipton y Brown). En otros casos, el contraste entre la zona de infección y el

resto de la hoja no era fácilmente apreciable (tinción con azul algodón, Diener, Tenerini y Loprieno, Myers, y tinción con rosa de bengala). El método del hidróxido potásico mostró resultados similares al del hidróxido sódico. El método del Paraquat originó manchas en las hojas infectadas pero también en las sanas, que derivaban hacia una necrosis de las zonas afectadas.

Ninguno de los métodos evaluados cuantitativamente en hojas de campo resultó superior al del hidróxido sódico en la detección de infecciones latentes (Figura 5). Los más destacados en la detección de la incidencia de hojas infectadas y número de lesiones fueron los métodos del hidróxido sódico, Tenerini y Loprieno, agua oxigenada, Preece, hidróxido potásico y Shipton y Brown, aunque existió solapamiento con otros métodos (Cuadro 6). En las hojas inoculadas sólo se evaluaron los métodos de mejor resultado (hidróxido sódico, Tenerini y Loprieno, agua oxigenada, Preece y Enochs), pero no hubo diferencias significativas ni sobre el número de lesiones detectadas ni sobre el tamaño de éstas (Cuadro 7).

Cuadro 6. Comparación de métodos de detección de infecciones latentes de *Spilocaea oleagina* en hojas infectadas en campo^v

MÉTODO	INC _y .	NÚMERO DE LESIONES LATENTES ^x			
		PEQ.	MED.	GRA.	TOT.
BRUZESSE & H.	6.4 ^z ab	19.8 a	10.4 bcd	5.4 abc	35.6 ab
CLORURO-FE	7.0 abc	32.0 ab	14.2 cd	8.2 bc	54.4 bcd
TENERINI & L.	9.0 d	59.0 bc	19.0 d	10.4 c	88.4 cde
H ₂ O ₂	7.2 abcd	115.8 c	7.0 abc	4.4 ab	127.2 e
KOH	6.6 abc	94.6 c	5.4 ab	1.8 a	101.8 de
NaOH	7.8 bcd	113.8 c	10.0 bcd	3.0 ab	126.8 e
PREECE	8.4 cd	34.2 ab	13.2 bcd	2.8 ab	50.2 abc
SHIPTON & B.	5.8 a	68.0 bc	16.4 d	2.6 ab	87.0 cde
ENOCHS	5.84 a	40.4 ab	9.2 bcd	2.2 ab	51.8 bcd
WHITE & B.	5.6 a	10.4 a	2.4 a	3.4 ab	16.2 a

^v Hojas asintomáticas procedentes de una parcela experimental de la finca "Alameda del Obispo" (CIDA, Córdoba) que presentaba un severo ataque de Repilo.

^x Pequeñas (PEQ., < 1 mm), Medianas (MED., 1-3 mm), Grandes (GRA., > 3 mm)]. Totales =PEQ+MED+GRA.

^y Incidencia de hojas con infecciones latentes de Repilo (%).

^z Cada valor es media de 5 repeticiones de 20 hojas. Para cada columna, valores seguidos de letra común no difieren significativamente (P=0.05) según el test DMS protegido de Fisher (STEEL y TORRIE, 1985). Para el análisis de la varianza se realizaron las transformaciones Arcoseno (X/20)^{0.5} para la incidencia y (X+0.5)^{0.5} para los conteos de lesiones.

Cuadro 7. Comparación de métodos de detección de infecciones latentes de *Spilocaea oleagina* en hojas de olivo inoculadas^x

DÍAS DESDE INOCULACIÓN	MÉTODO	NÚMERO DE LESIONES/HOJA	DIÁMETRO DE LESIONES (mm)
13	NaOH	0.7 ^y	0.07 ^z
	PREECE	0.4	0.04
	TENERINI & L.	0.7	0.04
34	ENOCHS	2.9	3.66
	NaOH	1.9	2.17
	H ₂ O ₂	2.1	3.21

x Hojas sanas del cultivar 'Picual' se inocularon mediante deposición de gotas de una suspensión de conidios de *S. oleagina* (3 gotas/hoja).

y Cada valor es media de 10 repeticiones de 1 hoja. Para cada columna y cada tiempo, valores seguidos de una letra común, o sin letra, no difieren significativamente, según el test DMS protegido de Fisher (STEEL y TORRIE, 1985). Para el análisis de la varianza se realizó la transformación Arcoseno ($x/3$)^{0.5} para el número de lesiones.

z Media de la suma de los diámetros de las lesiones de 10 hojas.

DISCUSIÓN

El método del hidróxido sódico (LOPRIENO y TENERINI, 1959) ha sido usado en la mayoría de los estudios sobre biología y epidemiología del Repilo del olivo causado por *S. oleagina* (D'ARMINI y RAGGI, 1966; GRANITI, 1993; LAVIOLA, 1968; RAMOS, 1968; RENAUD, 1968; SAAD y MASRI, 1978; SALERNO, 1960). Debido a su sencillez y facilidad de manejo sigue siendo ampliamente utilizado entre los técnicos de la Protección Vegetal (CIVANTOS y SÁNCHEZ, 1994), investigadores e incluso agricultores. A pesar de la enorme difusión del método, prácticamente no existen estudios sobre aspectos esenciales del mismo, como son la concentración, temperatura y tiempo de inmersión óptimo para la detección de las infecciones latentes de *S. oleagina*, así como la influencia de factores como la edad de la hoja o el estado de desarrollo de la infección sobre la eficacia del método. LOPRIENO y TENERINI (1959) recomendaron usar una solución de NaOH (ó KOH) al 5% y 50-60 °C, manteniendo las hojas sumergidas durante 2-3 min. LABORDA (1964) modificó ligeramente el método, usando una concentración del 4% de NaOH y aplicación a temperatura ambiente. ALVARADO y BENITO (1975) establecieron una correlación entre el tiempo de inmersión de las hojas y el estado de desarrollo de la infección, señalando que si se prolonga dicho

tiempo hasta 25-35 min, se pueden detectar lesiones en las fases iniciales de desarrollo.

Según los resultados del presente estudio, parece que la concentración del 5% es la adecuada ya que concentraciones menores han sido menos eficaces y las superiores no se han mostrado significativamente más eficientes en la detección de hojas infectadas ni en el número de lesiones reveladas. Además, concentraciones mayores disminuyen el contraste de las lesiones sobre los tejidos de la hoja. No se obtuvo variación significativa de la detección en el intervalo de temperatura de 10-30 °C, aunque a 60 °C la detección fue significativamente peor. Este resultado concuerda con el uso de la solución a temperatura ambiente propuesto por LABORDA (1964).

Los resultados del seguimiento de la aparición de manchas en las hojas durante 60 min, indican que a los pocos minutos (< 5 min) se detecta la gran mayoría de las infecciones latentes de *S. oleagina*. A partir de 45 min el contraste disminuyó considerablemente. En nuestro trabajo el tiempo estimado por el modelo para detectar el 95% de las lesiones fue de 20.7 min, con un intervalo de predicción de 15-30 min, por lo que se eligió el tiempo de inmersión de 30 min para el resto de evaluaciones. No se ha encontrado relación entre la temperatura de la solución y el tiempo de inmersión de las hojas. Aunque no ha sido objeto de este trabajo estudiar la relación entre la detección y el estado de

desarrollo de las infecciones, nuestros resultados parecen indicar que no existe relación directa entre el estado de desarrollo de las colonias de *S. oleagina* en las hojas y la rapidez de aparición de las manchas correspondientes. La disponibilidad de un método de inoculación (LÓPEZ DONCEL *et al.*, 2000) ha permitido evaluar el tiempo mínimo necesario para la detección de infecciones latentes, estableciéndose en 10 días desde la infección, aunque tanto el momento de aparición como la incidencia de las infecciones y el tamaño de las lesiones dependieron de la edad y tipo de hoja. Las hojas más jóvenes procedentes de olivos, así como las hojas de plantones resultaron más susceptibles.

Son pocos los casos en que se han usado métodos alternativos al de la sosa para la detección de infecciones latentes de Repilo (ANTÓN, 1988; GRANITI, 1962; 1965; TENERINI y LOPRIENO, 1960; MILLER, 1949; SAAD y

MASRI, 1978). En este trabajo se han evaluado varios métodos usados en la detección de infecciones latentes de otras enfermedades. Ninguno de los métodos evaluados ha mejorado sensiblemente los resultados respecto al método del hidróxido sódico. No obstante, algunos de ellos (Preece, Enochs, agua oxigenada) pueden servir para contrastar resultados dudosos obtenidos con dicho método.

AGRADECIMIENTOS

Nuestro agradecimiento a todos los miembros del Grupo de Patología Agroforestal de la Universidad de Córdoba y, en especial, a Paqui Luque por su excelente ayuda técnica. Al Dr. Miguel Pastor Muñoz-Cobo por su inestimable ayuda en los campos experimentales. Este trabajo ha sido financiado con los proyectos de investigación AGF93-0342 y AGL2004-7495.

ABSTRACT

ZARCO A., J. R. VIRUEGA, L. F. ROCA, A. TRAPERO. 2007. Detection of latent infections caused by *Spilocaea oleagina* in olive leaves. *Bol. San. Veg. Plagas*, 33: 235-248.

Olive leaf spot caused by *Spilocaea oleagina* is widespread in olive growing regions around the world, causing premature leaf fall and yield decrease. Early detection of latent infections is necessary to achieve an effective control, because of the long incubation period of the disease. In this research work, the NaOH method for detecting latent infections, used in many studies about the biology and epidemiology of this pathogen, has been optimized and compared with other detection methods. Detached leaves from olive orchards of cultivar 'Picual' showing high and low disease incidence, and healthy potted olive plants of the same cultivar were used. Inoculation of leaves and olive plants was carried out by dripping or spraying them with a conidial suspension of the pathogen. Results showed that 5% NaOH solution was the best concentration to detect latent infections. No influence of the temperature was observed on detection from 10 to 30 °C, although temperatures of 60 °C or above caused a decrease in the number of latent infections due to the lack of contrast of the lesions. Immersion time of the leaves for detecting 95% of the lesions was 20,7 min. The period of time from infection up to detection of 50% latent infections (T_{50}) was 10 days. Maximum values for detection were reached at 28 days. Young leaves were more susceptible and showed a shorter incubation period than older ones. None of the assayed detection methods enhanced the detection of latent infections when compared with the NaOH method.

Key words: *Cycloconium oleaginum*, *Olea europaea*, sodium hydroxide.

REFERENCIAS

- ALVARADO, M., BENITO, J. DE. 1975. Consideraciones sobre el momento de lucha contra el repilo del olivo (*Cycloconium oleaginum* Cast.) en la provincia de Sevilla (España). Comunicación II Seminario Oleícola Internacional, Córdoba. 12 pp.
- ANALYTICAL SOFTWARE. 2003. Statistix 8. User's manual. Analytical software, Tallase, FL. 397 pp.
- ANDRÉS, F. DE. 1991. Enfermedades y plagas del olivo. 2ª ed. Riquelme y Vargas Ediciones, Jaén. 646 pp.

- ANTON, F. A. 1988. Respuestas del "Repilo del olivo" (*Cycloconium oleaginum* Cast. - *Spilocaea oleaginea* Hugh.) a diferentes prácticas agrícolas en la provincia de Toledo. Tesis doctoral, Facultad de Ciencias, Dpto. de Química Agrícola, Universidad Autónoma de Madrid. 422 pp.
- BRUZZESE, E., HASAN, S. 1983. A whole leaf clearing and staining technique for host specificity studies of rust fungi. *Plant*, **32**: 335-338.
- CAMPBELL, C. L., MADDEN, L. V. 1990. Introduction to plant disease epidemiology. John Wiley & Sons. New York. 532 pp.
- CERKAUSKAS, R. F., SINCLAIR, J. B. 1980. Use of paracut to aid detection of fungi in soybean tissues. *Phytopathology*, **70**: 1036-1038.
- CIVANTOS, M., SANCHEZ, M. 1994. Nuevos métodos de lucha contra plagas y enfermedades en olivar. Olivicultura, Jornadas Técnicas. La Caixa - Agro Latino, Barcelona. Pp. 69-76.
- D'ARMINI, M., RAGGI, V. 1966. Ulteriori conoscenze sulla biologia dell'occhio di pavone in relazione al primo attacco. *Riv. Patol. Veg. Pavia*, **2-3**: 185-206.
- DIENER, 1955. Host penetration and pathological histology in gray leaf spot of tomato. *Phytopathology*, **45**: 654-658.
- GESSLER, C., STUMM, D. 1984. Infection and stroma formation by *Venturia inaequalis* on apple leaves with different degrees of susceptibility to scab. *Phytopathol. Z.*, **110**: 119-126.
- GRANITI, A. 1962. Osservazioni su *Spilocaea oleagina* (Cast.) Hugh. I. Sulla localizzazione del micelio nelle foglie di Olivo. *Phytopath. Medit.*, **1**: 157-165.
- GRANITI, A. 1965. Osservazioni su *Spilocaea oleagina* (Cast.) Hugh. III. Struttura submicroscopica della parete epidérmica fogliare dell'olivo sana e invasa dal fungo. *Phytopath. Medit.*, **4**: 38-47.
- GRANITI, A. 1993. Olive scab: a review. *EPPO*, **23**: 377-384.
- LABORDA, E. 1964. Puesta a punto del método de diagnóstico precoz del Repilo del olivo. *Ann. Edafol. Agróbiol.*, **23**: 215-224.
- LAVIOLA, C. 1968. Aspetti biologici ed epifitologici di *Spilocaea oleagina* (Cast.) Hugo. in Italia. *Ann. Fac. Agraria Univ. Bari*, **22**: 345-360.
- LÓPEZ DONCEL, L. M., VIRUEGA PUENTE, J. R., TRAPERO CASAS, A. 2000. Respuesta del olivo a la inoculación con *Spilocaea oleagina*, agente del Repilo. *Bol. San. Veg. Plagas*, **26**: 349-363.
- LOPRIENO, N., TENERINI, I. 1959. Metodo para la diagnosi precoce dell'occhio di pavone dell'olivo (*Cycloconium oleagineum* Cast.). *Phytopathol. Z.*, **34**: 385-392.
- MILLER, H. N. 1949. Development of the leaf spot fungus in the olive leaf. *Phytopathology*, **39**: 403-414.
- MODUGNO, C. 1957. Primo contributo alle ricerche su *Cycloconium oleaginum* Cast. e sul comportamento del parassita in oliveti del Lazio. *Bol. Staz. Patol. Veg.*, **15**: 215-239.
- MYERS, D. F., FRY, W. E. 1978. The development of *Gloeocercospora sorghi* in sorghum. *Phytopathology*, **68**: 1147-1155.
- PREECE, T. F. 1959. A staining method for the study of apple scab infections. *Plant. Pathol.*, **8**: 127-129.
- RAMOS, P. 1968. Estudios epidemiológicos sobre *Spilocaea oleagina* (Cast.) Hugh., en la zona de Granada. *Ars. Pharm.*, **9**: 453-460.
- RENAUD, P. 1968. Ecologie de la maladie de l'oleil de paon et resistance varietale dans leurs incidences sur la culture de l'olivier dans le pays. *Al Awamia*, **26**: 55-74.
- SAAD, A. T., MASRI, S. 1978. Epidemiological studies on olive leaf spot incited by *Spilocaea oleagina* (Cast.) Hugh. *Phytopath. Medit.*, **17**: 170-174.
- SAHA, D. C., JACKSON, M. A., JOHNSON-CICALESE, J. M. 1988. A rapid staining method for detection of endophytic fungi in turf and forage grasses. *Phytopathology*, **78**: 237-239.
- SALERNO, M. 1960. Rilievi epidemiologici sull' "occhio di pavone" dell'olivo (*Cycloconium oleaginum* Cast.). *Ann. Sper. Agrar.*, **12**: 925-943.
- SHIPTON, W. A., BROWN, J. F. 1962. A whole leaf clearing and staining technique to demonstrate host-pathogen relationship of wheat stem rust. *Phytopathology*, **52**: 1313.
- STEEL, G. D., TORRIE, J. H. 1985. Bioestadística. Principios y procedimientos. Mc Graw-Hill. Bogotá. 622 pp.
- TENERINI, I., LOPRIENO, N. 1960. Ricerche istologiche sulle zone di insediamento del *Cycloconium oleaginum* Cast., agente dell'occhio di pavone dell'olivo. *Phytopath. Z.*, **39**: 101-119.
- TIAMOS, E. C., GRANITI, A., SMITH, I. M., LAMBERTI, F. 1993. Conference on olive diseases. *EPPO*, **23**: 365-550.
- TRAPERO, A., BLANCO, M. A. 2004. Enfermedades. In: El cultivo del olivo; (D. Barranco, R. Fernández-Escobar y L. Rallo, eds.). Mundi Prensa-Junta de Andalucía. Madrid. pp. 557-614.
- TRAPERO, A., ROCA, L. F. 2004. Bases epidemiológicas para el control integrado de los Repilos del olivo. *Phytoma*, **164**: 130-137.
- TRAPERO, A., VIRUEGA, J. R., LÓPEZ-DONCEL, L. M. 2001. El repilo o caída de las hojas del olivo. *Vida Rural*, **123**: 46-50.
- TUITE, J. 1969. Plant pathological methods. Burgess, Minneapolis, MN. 239 pp.
- VIRUEGA, J. R., TRAPERO, A. 1999. Epidemiology of leaf spot of olive tree caused by *Spilocaea oleagina* in southern Spain. *Acta Hort.*, **474**: 531-534.
- VIRUEGA, J. R., TRAPERO, A. 2002. Efficacy of kresoxim-metil against olive leaf spot caused by *Spilocaea oleagina* in southern Spain. *Acta Hort.*, **586**: 801-804.
- WEIBULL, W. 1951. A statistical distribution of wide applicability. *J. Appl. Mechanics*, **18**: 293-297.
- WHITE, N. H., BAKER, E. P. 1954. Host pathogen relations of powdery mildew of barley. I. Histology of tissue relations. *Phytopathology*, **44**: 657-652.

(Recepción: 5 diciembre 2006)

(Aceptación: 27 diciembre 2007)

Eficacia de los tratamientos mediante árboles-cebo contra la Mosca del Olivo (*Bactrocera oleae*, Gmel; Tephritidae, Diptera) en la provincia de Jaén

M. RUIZ TORRES, A. MONTIEL BUENO

Durante 2004 y 2005 se ha llevado a cabo un ensayo con objeto de valorar la eficacia de una técnica de tratamiento (que hemos denominado árboles-cebo) contra la mosca del olivo (*Bactrocera oleae* Gmel.). Esta técnica consiste en crear un retículo de olivos tratados con insecticida, proteína hidrolizable (atrayente alimenticio) y feromona sexual de mosca del olivo, rodeados de olivos no tratados, de tal manera que la cantidad de árboles tratados es del 20%. Se han ensayado varias materias activas: dimetoato, imidacloprid y spinosad en 2004 y dimetoato y triclorfón en 2005.

Los tratamientos se realizaron cuando los parámetros poblacionales de la mosca, que se registraban semanalmente, alcanzaban los valores establecidos en el protocolo de actuación de la Campaña Nacional contra *Bactrocera oleae*.

Se han probado diversas concentraciones de insecticidas y de atrayentes, siendo estos últimos más determinantes para obtener un control aceptable de la plaga.

En todos los casos, la eficacia de esta técnica es similar a la obtenida con los tratamientos cebo aéreos que habitualmente se utilizan contra la mosca del olivo.

M. RUIZ TORRES, A. MONTIEL BUENO. Laboratorio de Producción y Sanidad Vegetal. Carretera de Córdoba s/n. Cerro de Los Lirios. 23005 JAÉN.

Palabras clave: *Bactrocera oleae*, árboles-cebo, dimetoato, triclorfón, spinosad, imidacloprid, eficacia del tratamiento.

INTRODUCCIÓN

La mosca del olivo (*Bactrocera oleae* Gmel.) es la principal plaga del olivar en España (ALVARADO *et al.*, 2004; MONTIEL, 1987, 1989; MONTIEL y JONES, 1989; MONTIEL y MORENO, 1983) y como tal, se dedican gran cantidad de recursos para combatirla. En nuestro país, la lucha contra la mosca del olivo se ha realizado en base al Programa de Mejora de la Calidad de la Producción del Aceite de Oliva (Unión Europea, Ministerio de Agricultura y Comunidades Autónomas) y la forma de tratamiento ha sido mayoritariamente mediante aplicaciones cebo aéreas, y en su caso, terrestres

en áreas de olivar con algún tipo de dificultad para las aplicaciones aéreas. En cualquier caso, estas aplicaciones cebo se hacen por bandas, alternando una franja tratada con otra no tratada de triple anchura. El insecticida más empleado es el Dimetoato, sustituido en algunas zonas por alfa-cipermetrina o deltametrina en aplicaciones-cebo aéreas (ESCOLANO, 2001; TORRELL *et al.*, 1997) y recientemente por una formulación específica del spinosad (Spintor@Cebo) en algunas zonas de Andalucía.

Una orografía complicada o el aislamiento de masas olivereras, entre otras causas, pueden comprometer seriamente la eficacia de los tratamientos-cebo aéreos, por lo que



Figura 1. a) Olivar de la Finca Cazalla (Martos, Jaén). b) Olivar de Buena Hija (Los Villares, Jaén).

se precisa disponer de otras técnicas de tratamiento que los sustituyan cuando ello sea necesario.

Con este estudio se pretende dar a conocer la eficacia de un nuevo método de control de la mosca del olivo mediante el tratamiento de árboles-cebo, creando un retículo de árboles tratados, rodeados de árboles no tratados. El resultado es una red de árboles-cebo, de tal manera que se aplica el caldo insecticida sólo a la quinta parte de los árboles de la plantación, a diferencia del parcheo, en que todos los árboles se rocían con el caldo. Las materias activas que se recomiendan en la mayoría de los Reglamentos de Producción Integrada de las Comunidades Autónomas son el dimetoato y el triclorfón, por lo que se han ensayado estos insecticidas en el presente trabajo. Pero también se han evaluado otras dos materias activas que en la actualidad no están autorizadas, imidacloprid y sinosad (este último con una autorización temporal en 2005 y 2006 en algunas Comunidades Autónomas). Como cebos se han utilizado una formulación con spiroquetal (atrayente sexual) y proteínas hidrolizadas (atrayente alimenticio).

MATERIAL Y MÉTODOS

El presente estudio se ha llevado a cabo entre los años 2004 y 2005 en dos localizaciones diferentes: una finca en Martos (Jaén)

denominada “Cazalla” en 2004 y otra de Los Villares (Jaén) denominada “Buena Hija” en 2005.

Cazalla es un olivar con arbolado centenario (Figura 1a), de variedad picual, en régimen de secano, con los olivos dispuestos en tresbolillo, con unos 72 árboles por Ha. El manejo del suelo es mediante cubierta vegetal consolidada de gramíneas, ocupando la franja de camada en sentido perpendicular a una pendiente moderada. La cubierta vegetal se controla mediante pases de desbrozadora, y la franja donde se encuentran los árboles, se mantiene en no laboreo con control químico.

Buena Hija es un olivar con arbolado de unos 50 años aproximadamente (Figura 1b), de variedad picual, en régimen de secano, con unos 72 árboles por Ha al tresbolillo. El manejo del suelo es no laboreo, con algunos retazos de vegetación ruderal dispersa en las camadas. El conjunto está compuesto de varias parcelas de diferentes propietarios, que manifiestan algunas pequeñas diferencias. Así, hay una parcela con un montón de estiércol de caballo en cada árbol. El resto tiene bien marcados y limpios los ruedos bajo el árbol.

En la finca Cazalla se diferenciaron tres parcelas para tratamientos con tres diferentes insecticidas: dimetoato, spinosad e imidacloprid. En la finca Buena Hija se diferenciaron dos parcelas para tratamientos con dimetoato



Figura 2 a) Placa amarilla con feromona. b) Mosquero de cristal transparente o trampa McPhail.

y triclorfón. En las dos localizaciones, el control de la mosca en las parcelas adyacentes se llevó a cabo mediante tratamientos cebo aéreos, indicados por técnicos de ATRIAS y cuyas estaciones de seguimiento de la plaga se encontraban junto a las parcelas de ensayo, por lo que son comparables sus informaciones con las generadas en este estudio. Las parcelas delimitadas en cada finca de ensayo han sido lo más homogéneas posible.

Para el seguimiento de la población de mosca del olivo se ha seguido el protocolo establecido en el Programa de Mejora de la Calidad de la Producción del Aceite de Oliva. Así, en cada una de ellas se han definido cinco subparcelas en las que se han situado una placa amarilla (Figura 2a) engomada con una cápsula de 80 mg de spiroacetil (feromona de la mosca del olivo) y un mosquero de cristal transparente (trampas McPhail) con una solución de fosfato biamónico al 4% (Figura 2b). Con ambos dispositivos de muestreo se lleva a cabo un seguimiento de la población adulta de la plaga, siendo revisados semanalmente. Para conocer el estado de la población larvaria, se han recogido diez aceitunas al azar alrededor de un olivo, en cuatro olivos (no tratados) por cada subparcela, lo que hace 200 frutos por parcela.

La decisión de tratar se tomó siguiendo el protocolo de actuación del Programa de Mejora, que define los siguientes umbrales

de decisión:

Para la primera aplicación, el índice de captura por trampa y día debe ser mayor a 1, el número de hembras con huevos debe ser mayor al 60% y debe aparecer la primera aceituna con puesta, o bien tener un índice de captura por trampa y día superior a 5 en las trampas amarillas y más del 60% de hembras con huevos.

Para las siguientes aplicaciones, se contemplan dos posibilidades: que haya capturas en las trampas McPhail, en cuyo caso el índice de captura por trampa y día debe ser superior a 1 y el porcentaje de aceituna con formas vivas superior a 1. La otra posibilidad es que no haya capturas en las trampas McPhail, entonces la decisión de tratar se toma cuando el índice de capturas por trampa y día (en trampas amarillas) es superior a 3 y hay más de un 1% de aceituna con formas vivas.

El método de aplicación en árboles-cebo consiste en crear un retículo de árboles tratados rodeados por árboles no tratados. El caldo insecticida contiene, aparte del insecticida, atrayente sexual (spiroquetal) y atrayente alimenticio (proteína hidrolizable). El resultado es una red de árboles-cebo, de tal manera que se aplica el caldo insecticida sólo en la quinta parte de los árboles de la plantación, a diferencia del parcheo, en que todos los árboles se rocían con el caldo. El esquema de tratamiento es el se muestra en la Figura 3.

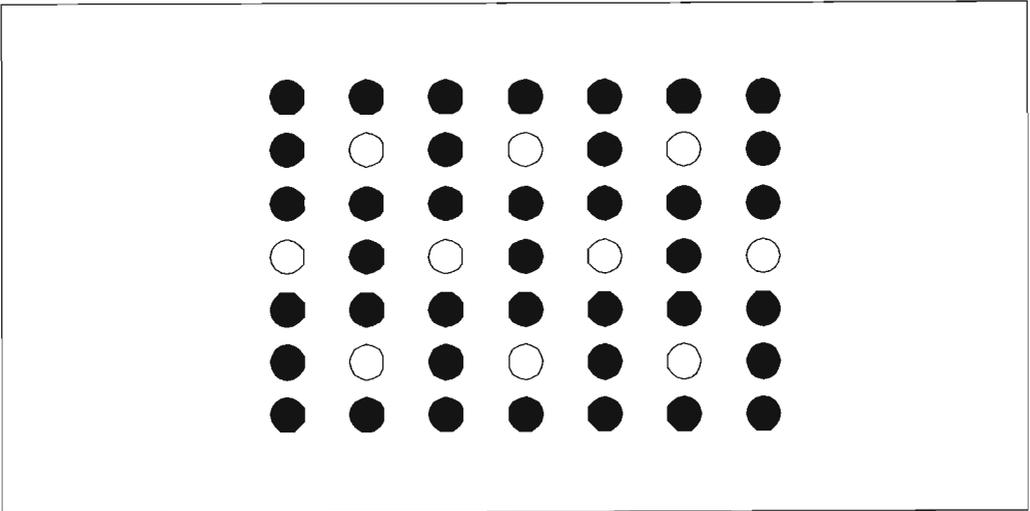


Figura 3. Esquema de tratamiento. Los círculos blancos representan los árboles tratados, y los verdes los árboles no tratados.

La aplicación se realizó en UBV, con 500 cc de caldo por árbol, distribuido por toda la copa. Se trataron unos 18-20 árboles por Ha.

Tratamiento en Cazalla. Hubo tres parcelas diferenciadas de tratamiento, con las siguientes dosificaciones:

Parcela tratada con dimetoato. Dimetoato 40%, 150 cc/Ha, proteína hidrolizada 36%, 640 cc/Ha y spiroacetato 2%, 80 cc/Ha.

Parcela tratada con imidacloprid. Imidacloprid 20%, 50 cc/Ha, proteína hidrolizada 36%, 640 cc/Ha y spiroacetato 2%, 80 cc/Ha.

Parcela tratada con spinosad. En esta parcela se ha aplicado un producto que ya está formulado con atrayentes (Spintor®Cebo) y spinosad 0.024%, por lo que el fabricante nos aconsejó no mezclarlo con proteína hidrolizada ni con feromona, y aplicarlo con gota gruesa a una dosis de 1000 cc/Ha.

La cantidad de insecticida y atrayentes por árbol fue la resultante de dividir la dosis por Ha entre el número de árboles tratados. Se realizaron dos tratamientos: el primero el 6/10/04 en las tres parcelas previstas (dimetoato e imidacloprid con 4 Has protegidas

cada uno, y spinosad con 3 Has protegidas) y el segundo el 25/10/04 en las parcelas destinadas al dimetoato y spinosad, que eran las que habían superado los umbrales de decisión, ambas con 3 Has protegidas.

En los olivares adyacentes se llevaron a cabo dos tratamientos cebo aéreos.

Se mantuvieron los muestreos hasta el 15/11/04, fecha en que se obtuvo un índice de madurez de 3.55, con lo que la aceituna se encontraba en el momento óptimo de recolección.

Posteriormente se hizo un aforo de cosecha que arrojó el resultado de 6300 Kg/Ha en la parcela tratada con imidacloprid, 5200 Kg/Ha en la parcela con spinosad y 4800 Kg/Ha en la parcela con dimetoato.

Tratamiento en Buena Hija. Se han diferenciado dos parcelas, una reservada al dimetoato y otra al triclorfón. Se halla en una zona con una presión de ataque de mosca tradicionalmente muy alta, que requiere varios tratamientos aéreos todos los años. En nuestro ensayo han sido necesarios cuatro tratamientos, con las dosis que sigue

Primer tratamiento. Realizado el 24/8/05.

Parcela tratada con dimetoato. Dimetoato 40%, 38cc/Ha, proteína hidrolizada 36%, 160 cc/Ha y spiroacetato 2%, 20 cc/Ha.

Parcela tratada con spinosad. Triclorfón 80%, 75 gr/Ha, proteína hidrolizada 36%, 160 cc/Ha y spiroacetato 2%, 20 cc/Ha.

Segundo tratamiento. Realizado el 2/9/05.

Parcela tratada con dimetoato. Dimetoato 40%, 150 cc/Ha, proteína hidrolizada 36%, 640 cc/Ha y spiroacetato 2%, 80 cc/Ha.

Parcela tratada con triclorfón. Triclorfón 80%, 240 gr/Ha, proteína hidrolizada 36%, 640 cc/Ha y spiroacetato 2%, 80 cc/Ha.

Tercer tratamiento. Realizado el 22/9/05.

Parcela tratada con dimetoato. Dimetoato 40%, 38 cc/Ha, proteína hidrolizada 36%, 320 cc/Ha y spiroacetato 2%, 40 cc/Ha.

Parcela tratada con triclorfón. Triclorfón 80%, 75 gr/Ha, proteína hidrolizada 36%, 320 cc/Ha y spiroacetato 2%, 40 cc/Ha.

Cuarto tratamiento. Realizado el 4/10/05.

Las dosis fueron similares al anterior.

En todos los tratamientos se protegieron 3 Has en cada parcela. En los olivares adyacentes se llevaron a cabo dos tratamientos cebo aéreos. Se mantuvieron los muestreos hasta el 7/11/05, cuando se obtuvieron índices de madurez de 3.70 y 4.72.

Posteriormente se hizo un aforo de cosecha que ha arrojado la cantidad de 4100 Kg/Ha en la parcela de triclorfón, y 2800 Kg/Ha en la tratada con dimetoato.

Para comprobar si existe alguna diferencia en la proporción de aceituna picada entre los árboles-cebo (tratados) y los árboles protegidos (no tratados), se han ido recogiendo frutos de los árboles tratados en la misma cantidad y fechas en que se han llevado a cabo las prospecciones de población, en las parcelas tratadas con dimetoato y triclorfón en la finca Buena Hija.

Para evaluar de alguna manera el posible impacto sobre la entomofauna auxiliar, se han tenido en cuenta también las capturas de crisópidos (Neuroptera) en las trampas McPhail.

Todos los resultados se han normalizado mediante la transformación de datos $(x+1)^{1/2}$. Para comparar los índices de capturas por trampa y día y los índices de aceitu-

na con picada viva y picada total, se ha utilizado el análisis de varianza, con la prueba de comparación múltiple de Scheffé, y la correlación de Pearson. También se han comparado los resultados de capturas antes y después de cada tratamiento mediante un análisis de varianza de un factor.

RESULTADOS

Finca Cazalla, año 2004.

Las capturas medias en mosqueros y trampas cromotrópicas, a lo largo de todo el período de ensayo, se muestra en el Cuadro 1, donde también se recogen las capturas de crisópidos en mosqueros. La primera aplicación se llevó a cabo el 6/10/04 con los tres productos y se repitió el 25/10/04 con el dimetoato y el spinosad, cuando se sobrepasó el umbral de decisión en estas parcelas. Al comparar los índices de captura por trampa y día (Figura 4) a lo largo de todo el período, no se encuentran diferencias significativas entre ninguna parcela con respecto a las trampas McPhail ($F=0.55$; $p<0.646$); sin embargo, al considerar las capturas en placas amarillas, sí aparecen estas diferencias significativas ($F=5.94$; $p<0.001$), debido el fuerte incremento registrado en la parcela que recoge la información de los tratamientos aéreos, incremento que se hace estadísticamente significativo con respecto a las parcelas tratadas con imidacloprid y con spinosad (test de Scheffé).

Hay una correlación alta y estadísticamente significativa entre las capturas en las diferentes parcelas de árboles cebo con ambos tipos de trampas. Al comparar las parcelas de árboles cebo con ambos tipos de trampas. Al comparar las parcelas tratadas mediante árboles cebo con las tratadas mediante aplicaciones aéreas, la correlación es alta con respecto a los mosqueros e inexistente con respecto a las placas amarillas.

Al comparar las capturas tenidas antes y después del primer tratamiento, en la parcela con dimetoato hay un descenso estadísticamente significativo tanto en las capturas con trampas McPhail ($F=7.79$; $p<0.02$)

Cuadro 1. Resultados de la prospección de Mosca del Olivo (*Bactrocera oleae*) en Cazalla (2004).

	Imidacloprid						Spinosad						Dimetoato					
	Mosq	Cromo	PV(%)	PT(%)	Cris	Mosq	Cromo	PV(%)	PT(%)	Cris	Mosq	Cromo	PV(%)	PT(%)	Cris			
27 jul	0,26	1,26	0	0	1,74	0,54	1,69	0	0	0,71	0,94	2,09	0	0	0,57			
3 ago	0,54	1,77	0	0	0,86	0,37	1,31	0,5	0,5	0,26	0,63	2,43	0	0	0,40			
10 ago	0,43	3,31	0,5	0,5	0,71	0,82	2,69	0,5	0,5	0,40	1,34	4,57	1	1	0,37			
17 ago	0,63	3,6	0	0	0,69	0,83	3,03	0,5	0,5	0,43	1,4	5,4	0,5	0,5	0,57			
24 ago	0,83	2,6	0	0	1,60	0,86	2,26	0	0	1,00	1,23	3,71	0,5	0,5	0,97			
31 ago	0,34	0,97	0	0	2,14	0,51	1,29	0	0	1,14	0,77	1	0,5	1	1,23			
8 sept	0,13	2,18	0,5	0,5	0,60	0,28	1,9	0,5	0,5	0,50	0,33	2,7	0,5	1,5	0,40			
13 sept	0,2	1,7	0,5	2	1,80	0,5	2,07	1,5	1,5	1,03	0,43	2,7	0	0	0,67			
20 sept	0,31	2,66	0	0	1,66	0,71	2,43	0	0	0,89	0,51	2,89	0	0,5	1,23			
27 sept	0,43	2,46	0	0	1,86	0,6	2,51	0	0	1,29	0,8	4,29	0,5	0,5	1,03			
4 oct	2,86	5,74	0	0	1,91	2,8	6,17	0,5	0,5	3,20	3,29	5,86	2	2,5	2,80			
13 oct	1,67	1,64	0,5	1,5	0,78	1,6	2,16	0,5	0,5	0,84	1,09	1,36	1	1	0,64			
15 oct	0	0,9	0,5	1	0,00	0,2	2,3	0,5	2,5	0,00	0	0,9	2	3,5	0,00			
20 oct	0,28	0,8	1	1	0,00	0,12	1,84	0	0,5	0,00	0,2	1,68	0	1	0,00			
22 oct	0	0,9	2,5	2,5	0,00	0	2,4	0,5	1	0,00	0,1	3,3	1	3	0,00			
25 oct	0,4	2,6	0,5	1	0,87	0,6	3,07	1,5	1,5	1,47	0,67	5,47	0,5	1,5	0,33			
2 nov	0	0,1	1	1	0,08	0	0,08	0,5	1	0,00	0	0,05	0	1,5	0,08			
8 nov	0	0,57	1,5	1,5	0,00	0,03	0,57	0,5	1,5	0,06	0,03	1,17	0	2,5	0,00			
15 nov	0	0,11	0	1	0,00	0	0,11	0,5	1	0,00	0,03	0,26	0	2	0,03			

Mosq= Capturas de mosca por trampa y día en mosqueros.
 Cromo= Capturas de mosca por trampa y día en trampas amarillas.

PV(%)= Porcentaje de aceituna con formas vivas de mosca.

PT(%)= Porcentaje total de aceituna picada.

Cris= Capturas de crisopas por trampa y día en mosqueros.

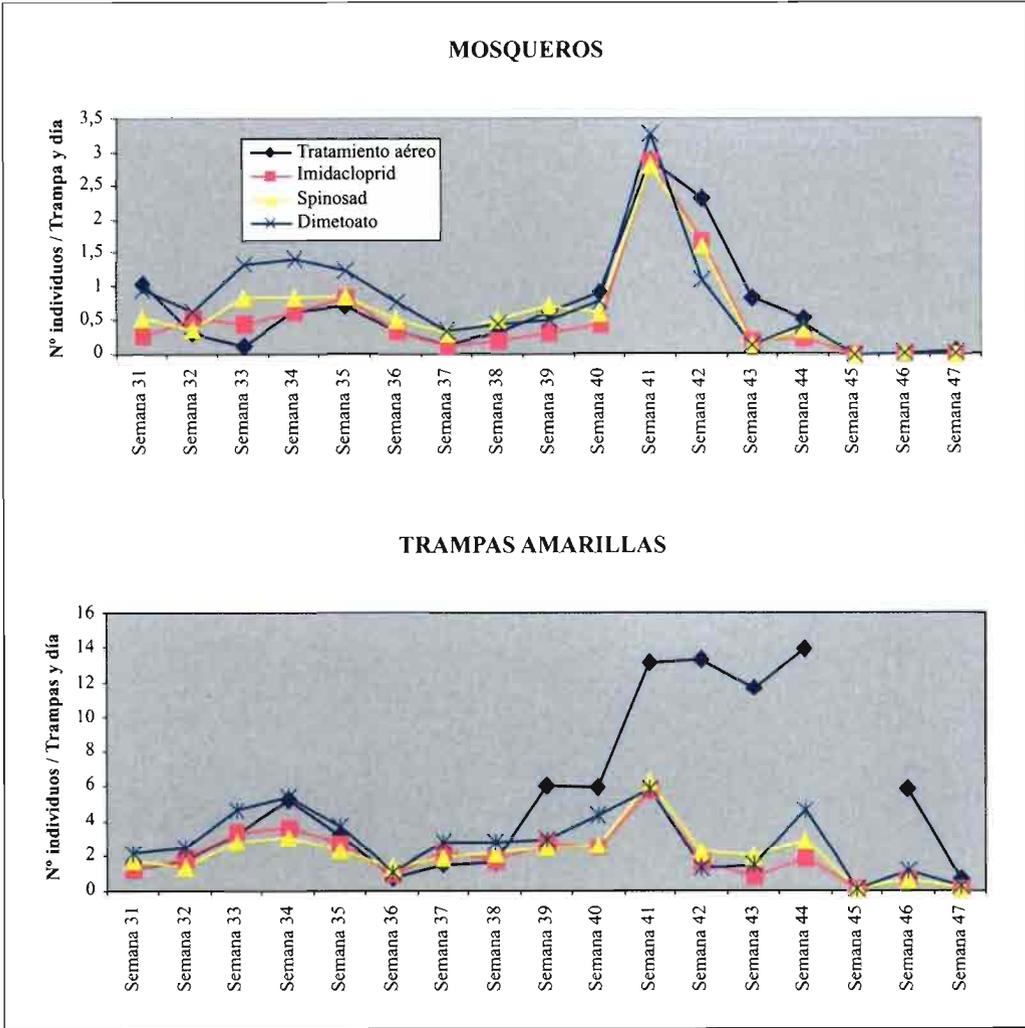


Figura 4. Distribución de las capturas de mosca del olivo (*Bactrocera oleae*) por trampa y día en la Finca Cazalla, durante la época de estudio. Los tratamientos se hicieron en la semana 41 (para los tres insecticidas ensayados) y en la semana 44 (dimetoato y spinosad). Los tratamientos aéreos se hicieron en la semana 36 y en la 42.

como con las placas amarillas ($F=13.18$; $p<0.006$). En la parcela tratada con spinosad, el descenso producido en las trampas McPhail no es significativo ($F=4.11$; <0.07), igual que ocurre con la parcela tratada con el imidacloprid ($F=4.59$; $p<0.06$). Sin embargo, la disminución de capturas en placas cromotrópicas sí es estadísticamente significativa tanto en el caso del spinosad como del

imidacloprid ($F=6.80$; $p<0.03$ y $F=7.85$; $p<0.02$ respectivamente).

El segundo tratamiento se llevó a cabo cuando estaban bajando las temperaturas y en los muestreos posteriores se encontraron fuertes descensos de capturas, tanto en las parcelas tratadas como en aquella otra que no se trató (la del imidacloprid), por lo que no se puede discriminar entre el efecto del

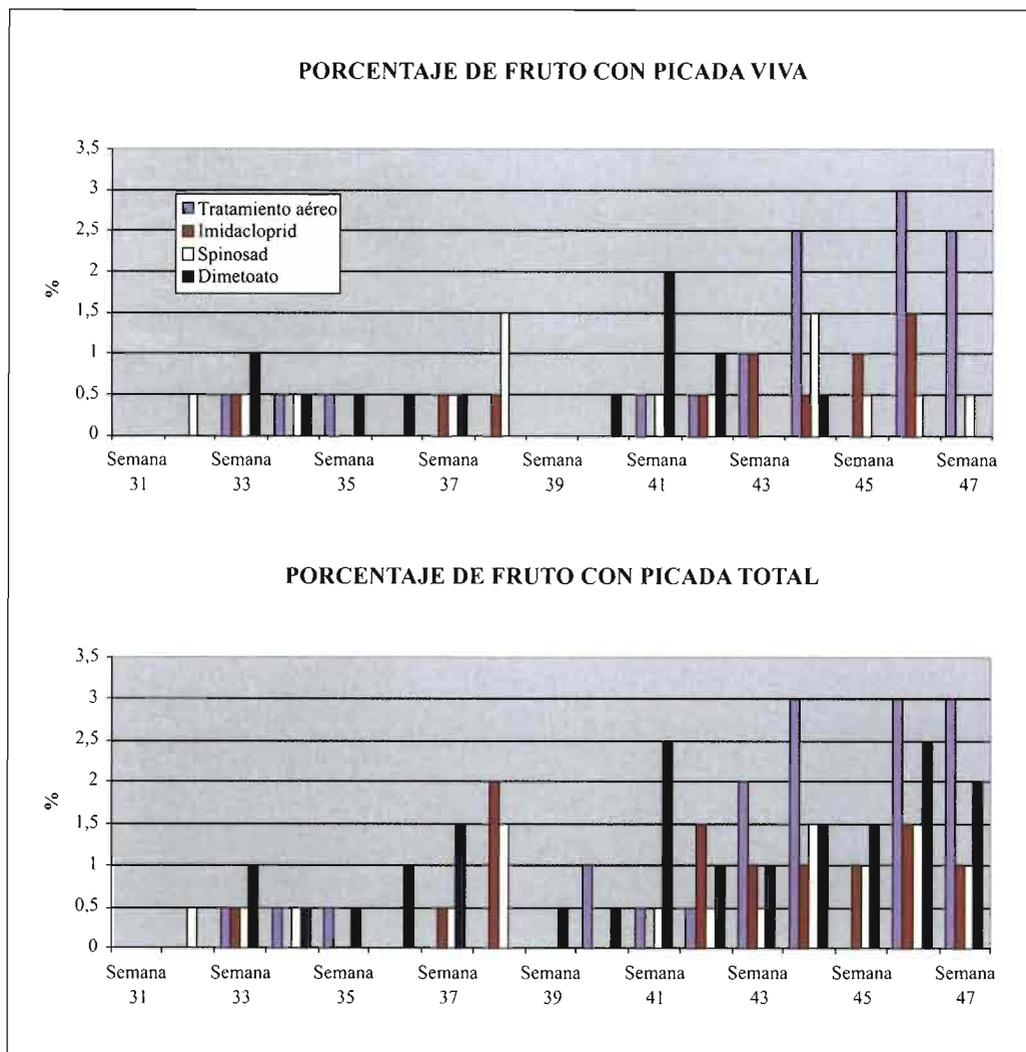


Figura 5. Frecuencias relativas de aceitunas "picadas" por la Mosca del Olivo (*Bactrocera oleae*) en Cazalla (2004).

insecticida y el efecto de las bajas temperaturas para explicar el descenso de capturas.

En el Cuadro 1 y la Figura 5 se presenta los porcentajes de fruto con picada viva y picada total, comprobándose cómo en todos los casos se encuentran porcentajes inferiores a los obtenidos con el tratamiento aéreo, y siempre por debajo de los umbrales aceptados en la aceituna de almazara, es decir, menos del 10% de fruto atacado. No hay

diferencias significativas entre las diferentes parcelas con tratamiento de árboles cebo, ni de estas con la de tratamientos aéreos.

Comparando las frecuencias acumuladas de aceituna picada con las capturas acumuladas en cada momento (Figura 6), se comprueba cómo el spinosad y el imidacloprid siguen un patrón similar, mientras que el dimetoato parece seguir una tendencia de incrementar capturas y aceituna picada, que

puede deberse a una mayor cantidad de población antes de las aplicaciones.

Las capturas de crisopas en los mosqueros no presentan diferencias significativas entre ninguna parcela tratada mediante árboles cebo. Al comparar antes y después del primer tratamiento, hay fuertes descensos estadísticamente significativos en las tres parcelas (dimetoato, $F=21.45$, $p<0.002$; spinosad, $F=20.21$, $p<0.002$; imidacloprid, $F=5.74$, $p<0.04$).

Finca Buena Hija, año 2005.

En el Cuadro 2 se presentan las capturas medias de mosca en trampas McPhail y en

las placas amarillas y las capturas de crisopas en trampas McPhail en las parcelas sometidas a tratamiento con árboles cebo (dimetoato y tricolorfón) y la sometida a tratamiento aéreo.

Al comparar los índices de captura por trampa y día a lo largo de todo el período (Figura 7), no se encuentran diferencias significativas ni entre las parcelas de árboles cebo, ni entre estas con la de tratamientos aéreos para las trampas McPhail ($F=0.04$; $p<0.95$) y para las trampas amarillas ($F=2.76$; $p<0.07$).

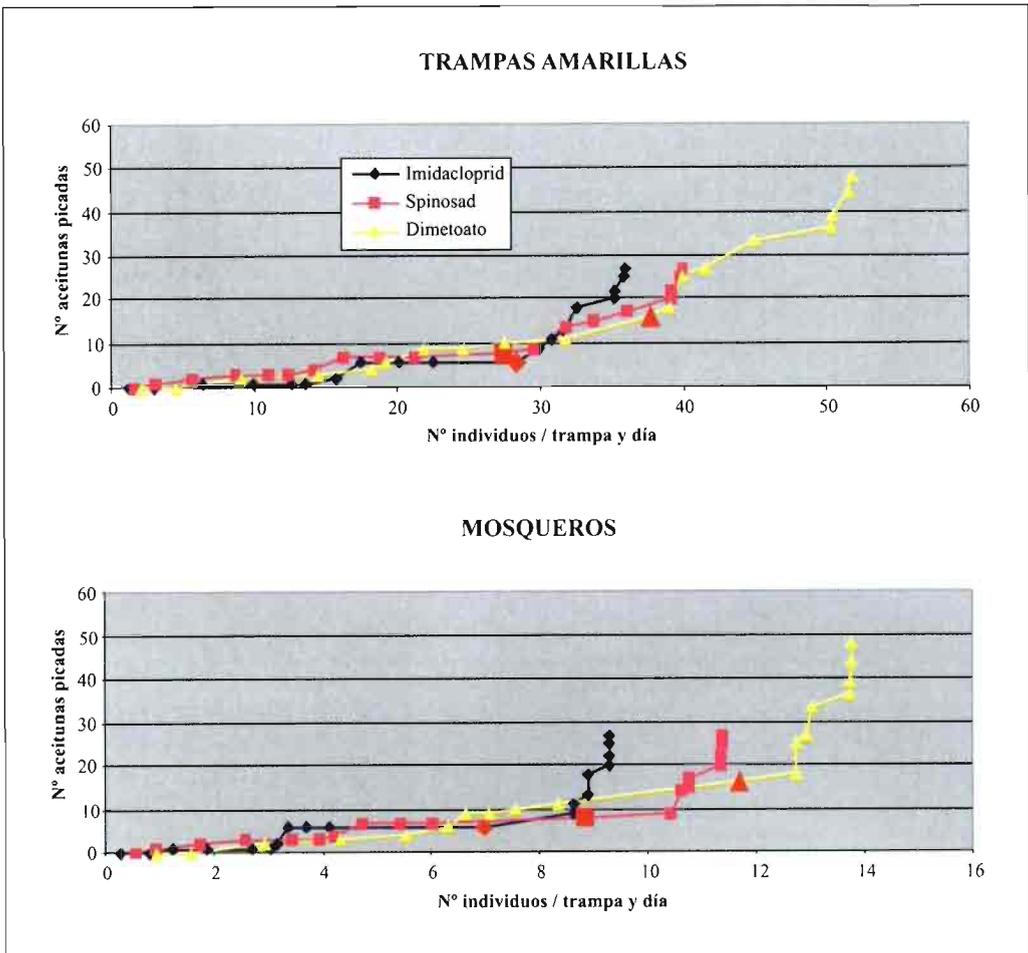


Figura 6. Relación entre las frecuencias acumuladas de las aceitunas picadas y las capturas de Mosca del Olivo (*Bactrocera oleae*) por trampa y día en Cazalla (2004). En rojo se señala la fecha de tratamiento (6-X-04).

Cuadro 2. Resultados de la prospección de Mosca del Olivo (*Bactrocera oleae*) y de crisopas, en la Finca Buena Hija (2005).

Mosq.= Capturas de mosca por trampa y día en mosqueros.
 Cromo= Capturas de mosca por trampa y día en trampas amarillas.

PV(%)= Porcentaje de aceituna con formas vivas de mosca.

PT(%)= Porcentaje total de aceituna picada.

Criso= Capturas de crisopas por trampa y día en mosqueros.

	Triclorfon				Dimetoato				Aéreos					
	McPhail	Cromo	Criso	PV(%)	PT(%)	McPhail	Cromo	Criso	PV(%)	PT(%)	McPhail	Cromo	PV(%)	PT(%)
8-ago	2,24	0,76	0,64	0	0	3,04	1,4	0,96	0	0	4	1,49	0	0
16-ago	1,65	0,35	0,2	0	0	2	0,23	0,75	0	0	2,15	0,68	0	0
22-ago	2,5	0,93	0,53	0,5	0,5	2,2	1,47	0,7	1,5	1,5	3,77	1,7	1	1
24-ago	3,3	1,3	1,3			5,5	0,7	1,6						
29-ago	1,36	0,8	0,8	2	2,5	1,28	0,65	0,72	1	1,5	4,11	0,91	0,5	1
2-sep	0,9	1,5	0,4			0,9	1,81	1						
5-sep	0,6	0,67	0	2	2,5	0,73	1	0,3	2	2,5	0,89	1,14	1	1,5
14-sep	0,07	2,44	0	2	3,5	0,51	2,24	0	1,5	3	0,94	8,09	1,5	2,5
19-sep	1,24	5,72	0,12	5,5	9	1,8	3,44	0,04	4,5	5	0,89	19	2	4
22-sep	1,6	10,33	0,33			1,47	10,4	0,13						
26-sep	0,95	1,3	0,15	6,5	8	0,6	2,3	0,1	7,8	9,4	0,74	17,51	5	8
3-oct	2,11	2,71	0,26	7,5	7,5	2,49	2,74	0,23	5,5	9,5	0,51	7,17	6,5	8,5
4-oct	1,2	6,2	0			1,6	2,6	0						
10-oct	1,43	0,77	0,13	8,5	9,5	0,67	1,3	0,1	1,5	2,5	0,46	3,83	6,5	7
17-oct	0,09	1,74	0	4,5	5,5	0,11	1,14	0	0,5	1	0	1,3	4	5
24-oct	0	2	0	5	8	0	1,6	0	1,5	1,5	0,1	4	3	3
2-nov	0,16	6,03	0	3	3	0,02	3,36	0	4	4,5	0,34	6,29	3,5	4
7-nov	0,4	3,6	0			0,08	5,52	0,04			0,29	3,8		

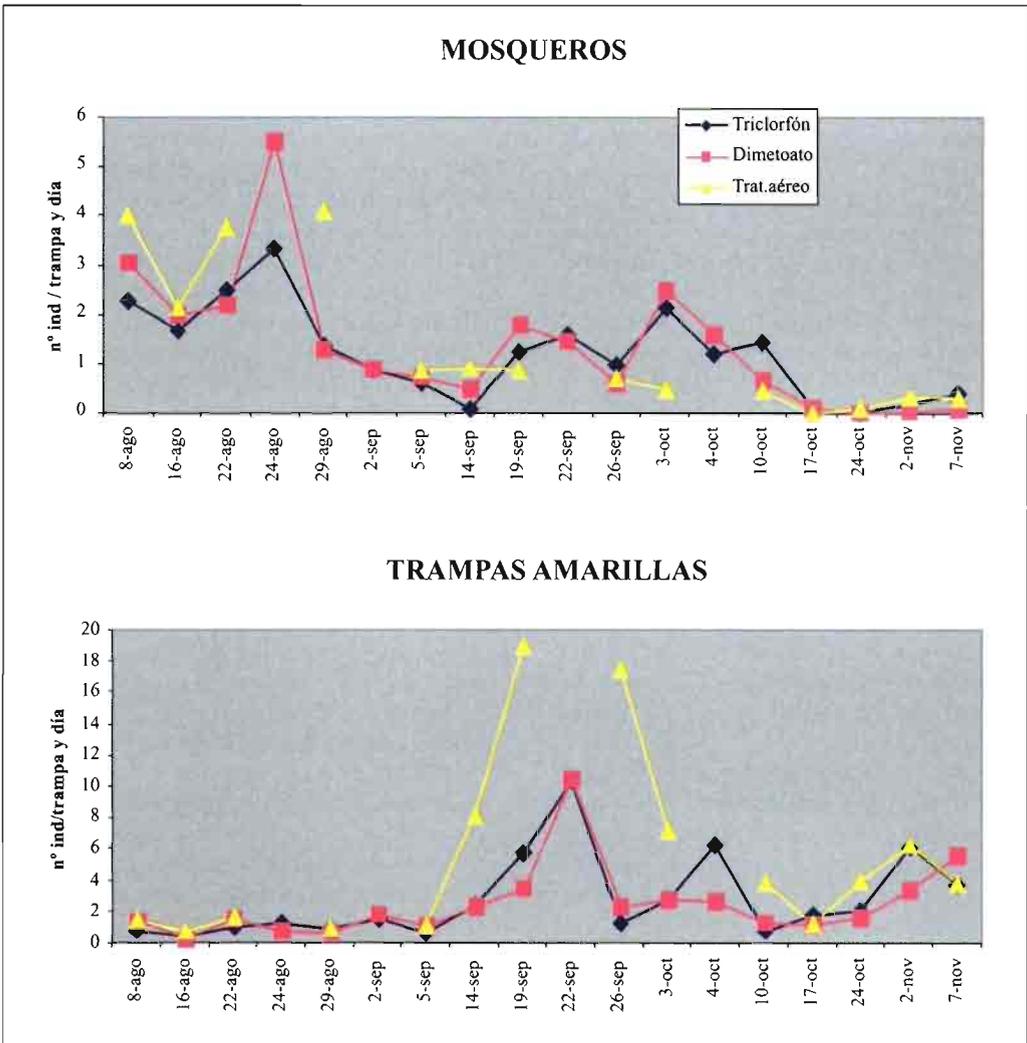


Figura 7. Distribución de las capturas de mosca del olivo (*Bactrocera oleae*) por trampa y día en la Finca Buena Hija (2005), durante la época de estudio.

La correlación es alta entre las parcelas de dimetoato y triclorfón. Sin embargo, entre la parcela de tratamientos aéreos y las dos de árboles cebo, esta correlación no se encuentra tan clara.

Al comparar las capturas de cada trampa entre antes y después de cada tratamiento de árboles cebo, obtenemos los siguientes resultados.

Primer tratamiento. Se llevó a cabo el 24/8/05. En la parcela del dimetoato los descensos son sólo significativos en las capturas de trampas McPhail ($F=22.8$, $p<0.001$; $F=0.002$, $p<0.97$ para las placas amarillas). En la parcela del triclorfón no hay descensos significativos para las trampas McPhail y placas amarillas ($F=3.78$, $p<0.08$ y $F=0.82$, $p<0.29$, respectivamente).

Segundo tratamiento. Se llevó a cabo el 2/9/05. No hay descensos significativos en la parcela del dimetoato ($F=0.21$, $p<0.65$ para trampas McPhail y $F=2.51$, $p<0.15$ para placas amarillas) ni en la parcela del triclorfón ($F=3.97$, $p<0.08$ y $F=3.12$, $p<0.11$ para cada trampa).

Tercer tratamiento. Se llevó a cabo el 22/9/05. En la parcela tratada con dimetoato hay descensos estadísticamente significativos entre las capturas de trampas McPhail y de placas amarillas ($F=5.49$, $p<0.04$ y $F=13.47$, $p<0.006$ respectivamente). En la parcela tratada con triclorfón, estos descensos significativos se producen solo en las capturas de placas amarillas ($F=2.63$, $p<0.14$ y $F=93.82$, $p<0.000$).

Cuarto tratamiento. Se llevó a cabo el 4/10/05. En ambas zonas sólo se encuentran descensos significativos en las capturas con placas amarillas ($F=7.80$, $p<0.02$ y $F=17.42$, $p<0.003$ para la parcela del dimetoato y del triclorfón respectivamente). En las trampas McPhail apenas se registran capturas en esta época del año.

En el Cuadro 2 y en la Figura 8 se muestran los porcentajes de aceituna con picada viva y picada total, comprobando cómo no llega a superarse en ningún momento el 10% de aceituna picada. No hay diferencias significativas entre las distintas parcelas con tra-

tamiento de árboles cebo, ni de estas con la de tratamientos aéreos.

En esta finca se han recogido muestras de aceituna en árboles tratados, por si los atraentes utilizados en el tratamiento pudiesen tener algún efecto sobre el porcentaje de picada en fruto. En el Cuadro 3 se presentan los porcentajes de picada viva y picada total en estos árboles. Al comparar picada viva y picada total entre árboles tratados y no tratados no se encuentran diferencias significativas ni en la parcela del dimetoato ni en la del triclorfón ($F=0.27$; $p<0.6$ y $F=1.71$, $p<0.20$ respectivamente para picada viva y $F=1.1$, $p<0.29$ y $F=0.6$, $p<0.44$ respectivamente para picada total).

En la Figura 9 se representan las frecuencias acumuladas de aceituna con cualquier síntoma de picada frente a las capturas acumuladas en trampas McPhail y placas amarillas en cada momento.

Se comprueba cómo en las parcelas tratadas con árboles cebo se sigue un patrón similar, frente a la parcela sometida a tratamiento aéreo. Parece observarse mayor eficacia en esta última parcela, puesto que a mayor número de capturas en placas, no se corresponde un crecimiento proporcional de aceituna picada.

Las capturas de crisopas en los mosqueros no presentan diferencias significativas entre ninguna parcela tratada mediante árboles

Cuadro 3. Porcentaje de aceituna con formas vivas (Pic.viva) y de aceituna con picada total (Pic.total) en los árboles-cebo en la Finca Buena Hija. Los valores de los tratamientos aéreos corresponden a la zona aplicación convencional.

	Triclorfon		Dimetoato		Aéreos	
	Pic.viva	Pic.total	Pic.viva	Pic.total	Pic.viva	Pic.total
29-ago	0	0	0,5	0,5	0,5	1
5-sep	0	1	0	3,5	1	1,5
14-sep	0,5	2,5	2	4	1,5	2,5
19-sep	4,5	6	6	8	2	4
26-sep	5	7	3,9	4,4	5	8
3-oct	2,5	5	2,5	7	6,5	8,5
10-oct	0,5	0,5	2,5	9,5	6,5	7
17-oct	3	5,5	2	5	4	5
24-oct	5,5	7,5	2,5	9	3	3
2-nov	7,5	9	1,5	1,5	3,5	4

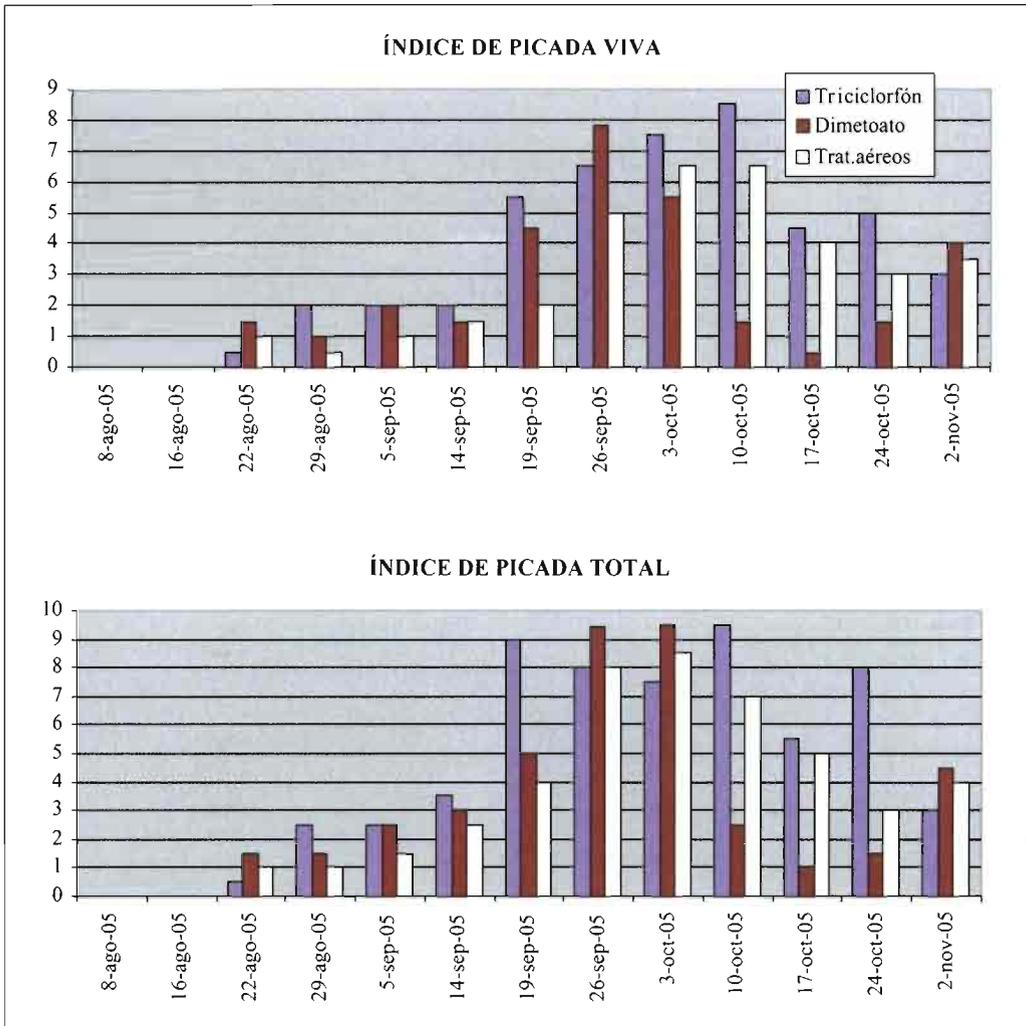


Figura 8. Porcentaje de aceitunas “picadas” por la Mosca del Olivo (*Bactrocera oleae*) en la Finca Buena Hija (2005).

cebo. Al comparar antes y después en cada uno de los tratamientos, no hay diferencias significativas en la parcela tratada con dimetoato. En cambio, en la parcela del triclorfón hay un descenso significativo en el segundo ($F=106.8, p<0.000$).

DISCUSIÓN

Los resultados llevan a considerar que este tipo de tratamiento mediante árboles

cebo, empleando insecticida, atrayente alimenticio y sexual, pueden rebajar los parámetros de población de la mosca del olivo a unos niveles similares a los que quedan tras las aplicaciones cebo aéreas convencionales. Estos resultados son concordantes con otras técnicas de aplicación, como el parcheo (RUIZ TORRES *et al.*, 2004).

La Finca Cazalla se encuentra cerca del ámbito de influencia de una zona de la Sierra Sur, donde la presión de ataque de mosca

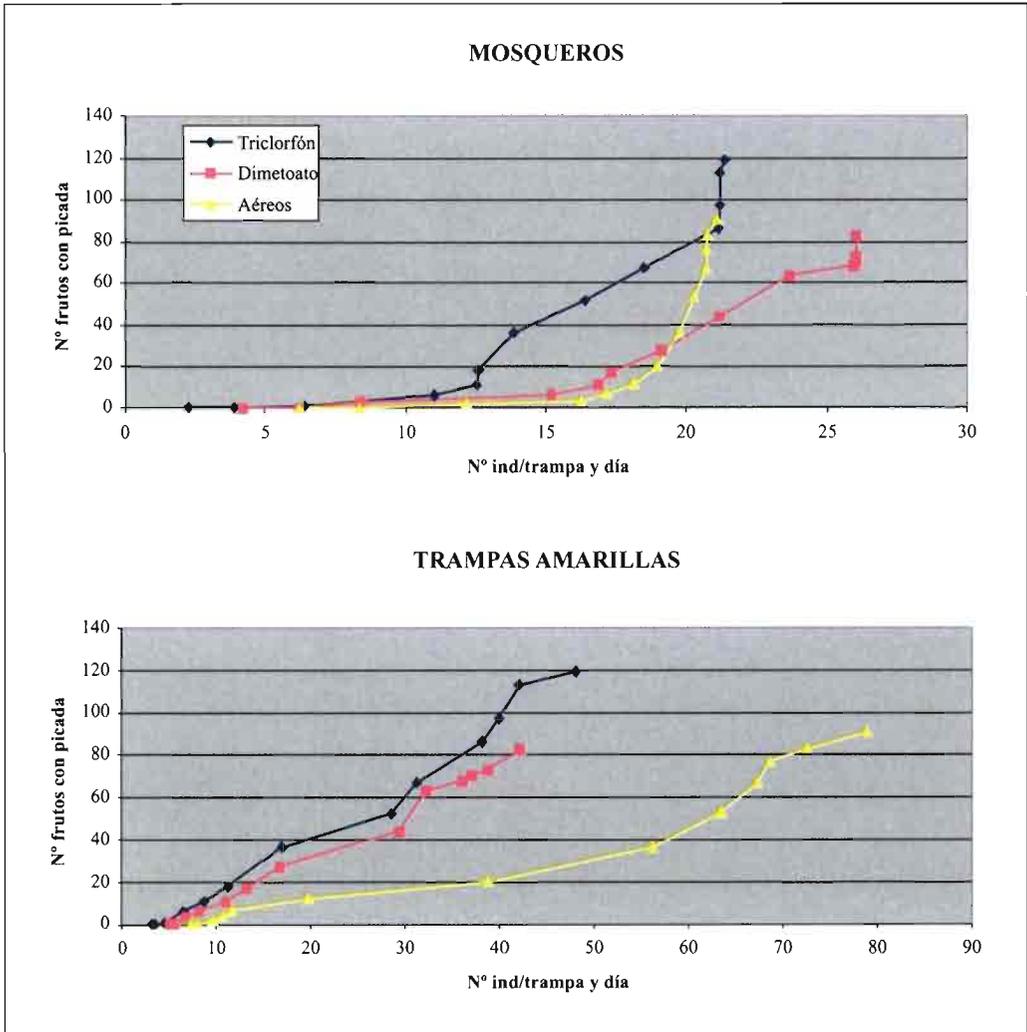


Figura 9. Relación entre las frecuencias acumuladas de las aceitunas picadas y las capturas de Mosca del Olivo (*Bactrocera oleae*) por trampa y día en Finca Buena Hija (2005).

es muy alta, superando los umbrales de decisión de intervenir con mucha facilidad. Pero este carácter endémico de la plaga no es tan evidente en Cazalla. En estas circunstancias, los tres insecticidas empleados con este método lograron mantener la población de mosca bajo los umbrales de intervención entre tratamientos, con una eficacia similar a los tratamientos aéreos e igual número de aplicaciones.

La Finca Buena Hija, sin embargo, se encuentra inmersa en las zonas de la Sierra Sur donde la plaga adquiere el carácter de endémica, con una presión a ataque muy alta, tanto en la generación de verano como en la de otoño. En estas circunstancias, el método de árboles cebo también parece haber mantenido los niveles de población por debajo de los niveles del umbral de decisión de intervención, pero ha sido necesario

mayor número de tratamientos que en el caso de los tratamientos aéreos. En cualquier caso, la proporción de aceituna afectada por la mosca, definitiva desde un punto de vista económico, se encuentra en niveles similares con ambos tipos de tratamientos.

La experiencia en Buena Hija, sujeta a unos niveles de población muy altos, también ha servido para ajustar mejor las dosis por árbol. En Cazalla y en el segundo tratamiento en Buena Hija, la dosis por árbol de los tres componentes (insecticida, atrayente alimenticio y feromona) era la que resultaba de repartir toda la materia activa que correspondería por Ha entre los árboles tratados. En el caso de Cazalla, esta dosis ha dado buenos resultados siempre. En el caso de Buena Hija, no aparecen diferencias significativas entre antes y después de la aplicación, pero puede deberse, aparte de la eficacia del tratamiento, a que previamente los parámetros de la población se encontraban a unos niveles más bajos como efecto de un primer tratamiento realizado el 24/8/05. En Buena Hija se probó una dosificación consistente en aplicar en cada árbol cebo la dosis que correspondía al dividir la materia activa que corresponde por Ha entre todos los árboles de dicha Ha. En este caso, los resultados no fueron aceptables, la población no llegó a contenerse y forzó un tratamiento posterior.

Posteriormente, el tercer y cuarto tratamiento en Buena Hija, con la dosis de insecticida baja (correspondiente al primer tratamiento) y la del atrayente alimenticio y feromonas más altas, se han manifestado con los mejores resultados. La clave del éxito del tratamiento mediante árboles cebo parece estar, aparte de no demorar la aplicación en cuanto se sobrepasan los umbrales de intervención, en dosificar una cantidad suficiente de atrayentes alimenticios y sexuales, y no tanto en la cantidad de insecticida.

Con respecto a los diferentes insecticidas empleados, todos han resultado eficaces en el control de la población de adultos, al menos en aquellos tratamientos con las dosis que han funcionado bien. El spinosad ha demostrado su efectividad como insecticida

en tratamientos cebo frente a diversas especies de Tephritidae (BURNS *et al.*, 2001; COLLIER y STEENWYK, 2003; RUIZ TORRES *et al.*, 2004; STARK *et al.*, 2004; VARGAS *et al.*, 2001) y de nuevo se confirma esta eficacia. El imidacloprid fue ensayado con éxito contra *Bactrocera oleae* (RUIZ TORRES *et al.*, 2004) en otro tipo de aplicación cebo, y de nuevo muestra una eficacia similar al dimetoato.

Tanto el spinosad como el imidacloprid podrían ser buenos sustitutos del dimetoato en términos de eficacia. Sin embargo, se mantienen ciertas reservas por su posible fuerte impacto sobre la entomofauna auxiliar. Con respecto al spinosad, WILLIAMS *et al.* (2003) realizan una revisión de estudios y ensayos sobre la toxicidad de este insecticida sobre depredadores y parásitos, y llegan a la conclusión que el comportamiento del spinosad es muy diferente dependiendo del grupo trófico considerado, con fuerte impacto sobre taxones de parásitos y mayor selectividad frente a depredadores. Ruiz y Montiel (estudio inédito), encuentran un impacto del Spintor@Cebo sobre la entomofauna del olivar, en términos parecidos al tratamiento cebo aéreo del dimetoato.

El imidacloprid se considera con cautela frente a los insectos auxiliares. JACAS y GÓMEZ (2002) en cítricos, recomiendan limitar el uso del imidacloprid a la aplicación como pintura o en irrigación, para minimizar el efecto nocivo sobre fauna auxiliar. ARAYA *et al.* (2004) y ZUAZÚA *et al.* (2000, 2003) realizan estudios de toxicidad sobre *Aphidius ervi* (Hymenoptera: Aphidiidae) y encuentran que el imidacloprid es menos tóxico que el spinosad. WILLIAMS III *et al.* (2003) en un estudio sobre el efecto sobre el cultivo de algodón, encuentran que *Anaphes iole* (Hymenoptera: Mymaridae), especie muy apropiada para sueltas masivas, tarda mucho menos en recuperarse tras aplicaciones de imidacloprid que con aplicaciones de spinosad. HUERTA *et al.* (2004) en un ensayo de toxicidad en laboratorio, encuentran una elevada mortandad de adultos de *Chrysoperla carnea* que han ingerido imidacloprid

disuelto en agua y de larvas de esta especie que se han alimentado de larvas de *Spodoptera littoralis* contaminadas con este insecticida.

Con respecto al resultado final, es decir, la aceituna afectada por la mosca, parece que en las parcelas tratadas con dimetoato se encuentran mayores porcentajes, aunque estas diferencias nunca son estadísticamente significativas.

Las crisopas se han considerado, no como un depredador que incida directamente sobre la mosca, sino como referente de la entomofauna auxiliar a nivel general (STELZL y DEVETAK, 1999). En la Finca Cazalla, se encontró un descenso generalizado de capturas con los tres insecticidas. Sin embargo, en Buena Hija no se encontró este descenso de manera tan clara, si bien es cierto que las capturas de estos neurópteros durante todo el período fue mucho menor que en Cazalla. Teóricamente, por el diseño del tratamiento, en que sólo se rocían con insecticida el 20-25% del arbolado, el impacto ambiental debe ser menor que en los tratamientos cebo aéreos, en los que se rocía con insecticida el 25% de la superficie (que no el arbolado solamente) en condiciones ideales, a lo que hay que añadir la deriva y el mal trazado de las bandas que suele darse con cierta frecuencia. Por ello sería recomendable abordar el tema del impacto sobre la entomofauna auxiliar en otros estudios.

CONCLUSIONES

Se ha puesto de relieve la eficacia del tratamiento mediante árboles-cebo contra la mosca del olivo (*Bactrocera oleae*). Escogiendo el momento propicio para llevar a cabo la aplicación, la eficacia en el control de la plaga es similar al obtenido con los tratamientos cebo aéreos convencionales, por lo que puede considerarse como una alternativa a los mismos, con un impacto ambiental mínimo, puesto que solo se tratan el 20-25% de los árboles.

El spinosad, el imidacloprid y el triclorfón son tan efectivos contra la mosca del olivo, como el dimetoato, insecticida mayoritariamente empleado en los tratamientos habituales.

AGRADECIMIENTOS

La empresa Bayer Crop Science facilitó el imidacloprid (Confidor®) y Dow Chemical el spinosad (Spintor®Cebo). Alfonso Luque Garrido y Juan Manuel Ortiz Araque, técnicos de ATRIA de Martos y Los Villares respectivamente, ayudaron inestimablemente en la búsqueda de las parcelas apropiadas para la experiencia, y Juan Ramón Barragán y Juan Carlos Serrano, técnicos del Laboratorio de Producción y Sanidad Vegetal de Jaén, ayudaron en todos los trabajos de campo y laboratorio.

ABSTRACT

RUIZ TORRES, M., A. MONTIEL BUENO. 2007. Efficacy of treatments with tree-bait against olive fruit fly (*Bactrocera oleae* Gmel.: Diptera: Tephritidae) in province of Jaén (Spain). *Bol. San. Veg. Plagas*, 33: 249-265.

We have studied a treatment against olive fruit fly (*Bactrocera oleae*) with tree-bait. Method consist in an application of insecticide, protein (food bait) and pheromone in olive tree, around of other tree without applications. In this method, olive tree treatments are only 20-25% of total. Insecticide applied was dimethoate, spinosad and imidacloprid.

Treatments are doing when population levels of olive fruit fly exceeded a application threshold. Population levels are measured with McPhail traps (with food bait) and with yellow sticky traps (with sexual pheromone).

Treatment against olive fruit fly with tree-bait was applied in 2004 and 2005. In all years, pest was controlled under limits accepted in oil extraction factories. This method with tree-bait is a good alternative for aeriels bait treatments.

Key words: tree-bait, olive fruit fly, spinosad, dimethoate, imidacloprid.

REFERENCIAS

- ALVARADO, M., CIVANTOS M. y J. M. DURAN. 2004. Plagas. En: *El Cultivo del Olivo*. Editores científicos: D. Barranco, R. Fernández-Escobar y L. Rallo. Editorial Mundi-Prensa, pp 483-556.
- ARAYA, M. N., J. E. ARAYA y M. A. GUERRERO. 2004. Efectos de algunos insecticidas en dosis subletales sobre adultos de *Aphidius ervi* Haliday (Hymenoptera: Aphidiidae). *Bol. San. Veg. Plagas*, Vol. 30(1.2): 247-254.
- BURNS, R. E., D. L. HARRIS, D. S. MORENO y J. E. EGER. 2001. Efficacy of Spinosad baits sprays to control Mediterranean and Caribbean fruit flies (Diptera: Tephritidae) in commercial citrus in Florida. *Florida Entomologist*, 84 (4): 672-678.
- COLLIER, T. R. y VAN STEENWYCK R. A. 2003. Prospects for integrated control of olivefruit fly are promising in California. *California Agriculture*, Vol. 57(1): 28-31.
- ESCOLANO, M. A. 2001. *Evaluación del impacto ambiental de los tratamientos químicos aéreos realizados contra Bactrocera oleae sobre una zona de olivar en Tarragona. Efecto secundario sobre la entomofauna asociada*. Informe inédito. Servicio de Protección de los Vegetales. Departamento de Agricultura, Ganadería y Pesca. Generalitat de Cataluña.
- HUERTA, A., P. MEDINA, F. BUDIA y E. VIÑUELA. 2004. Evaluación de la toxicidad por ingestión de cuatro insecticidas y el colorante Floxin-B en larvas y adultos de *Chrysoperla carnea* Stephens (Neuroptera: Chrysopidae). *Bol. San. Veg. Plagas*, Vol. 30(4): 721-732.
- JACAS MIRET, J. y A. GÓMEZ CADENAS. 2002. Efectos de los plaguicidas sobre enemigos naturales de los cítricos. *Vida Rural*, nº 147.
- MONTIEL, A. 1987. The use of sex pheromone for monitoring and control of olive fruit fly. In: *Fruit Flies*. A. P. Economopoulos (Ed.) Proceedings of the Secons International Symposium, Crete, Greece, 16-21 September, 1986, pp 483-494.
- MONTIEL, A. 1989. Control of olive fly by means of its sex pheromone. In: *Fruit Flies of Economic Importance*. R. Cavalloro (Ed.) Proceedings of the CEC/IOBC International Symposium, Rome, Italy, 7-10 April 1987, pp 443-453.
- MONTIEL, A., y O. JONES. 1989. Estado actual del uso de feromonas en el manejo integrado de plagas del olivo. *Bol. San. Veg. Plagas*, 15: 161-173.
- MONTIEL, A. y R. MORENO. 1983. Methodologie utilisée en Espagne pour la réalisation des études bioécologiques sur les populations naturelles de *Dacus oleae* (Gmel.). In: *Fruit Flies of Economic Importance*. R. Cavalloro (Ed.) Proceedings of the CEC/IOBC International Symposium, Athens, Greece, 16-19 November 1982, pp 31-37.
- RUIZ TORRES, M., MADUENO, C. y A. MONTIEL BUENO. 2004. Efectividad de tratamientos cebo terrestres con Spinosad e Imidacloprid contra la Mosca del Olivo (*Bactrocera oleae*, Gmel.). Resultados preliminares. *Bol. San. Veg. Plagas*, Vol. 30: 415-425.
- STARK, J. D., R. VARGAS y N. MILLER. 2004. Toxicity of spinosad protein bait to three economically important tephritid fruit fly species (Diptera: Tephritidae) and their parasitoids (Hymenoptera: Braconidae). *J. Econ. Entomol.*, 97(3): 911-915.
- STELZL, M. y D. DEVETAK. 1999. Neuroptera in agricultural ecosystems. *Agricultural, Ecosystems and Environment*, Vol. 74: 305-321.
- TORRELL, A., ROJO, M., DUATIS, J. J. y E. PEDRET. 1997. Nueva técnica para el control de la mosca del olivo por medios aéreos en la zona olivarera del Baix Ebre y Montsià (Tarragona). *Phytoma España*, nº 92: 46-57.
- VARGAS, R I., S.L. PECK, G. T. MCQUATE, C. JACKSON, J. D. STARK y J. W. ARMSTRONG. 2001. Potential for areawide integrated management of Mediterranean Fruit Fly (Diptera: Tephritidae) with a Braconid parasitoid and a novel bait spray. *J. Econ. Entomol.*, 94(4): 817-825.
- WILLIAMS, T., J. VALLE y E. VIÑUELA. 2003. Is the naturally derived insecticide spinosad compatible with insect natural enemies?. *Biocontrol Science and Technology*, Vol. 13(5): 459-475.
- WILLIAMS III, L., L. D. PRICE y V. MANRIQUE. 2003. Toxicity of field-weathered insecticides residues to *Anaphes iole* (Hymenoptera: Mymaridae), an egg parasitoid of *Lygus lineolaris* (Heteroptera: Miridae) and implications for inundative biological control in cotton. *Biological Control*, 26: 217-223.
- ZUAZÚA, F., J. ARAYA y M^a A. GUERRERO. 2000. Efecto de varios insecticidas en la longevidad del parasitoides *Aphidius ervi* (Hymenoptera: Aphidiidae). *Investigación Agrícola*, Vol. 20.
- ZUAZÚA, F., J. ARAYA y M^a A. GUERRERO. 2003. Efectos letales de insecticidas sobre *Aphidius ervi* Haliday (Hymenoptera: Aphidiidae), parasitoides de *Acyrtosiphon pisum* Harris (Homoptera: Aphididae). *Bol. San. Veg. Plagas*, Vol. 29(2): 299-308.

(Recepción: 9 diciembre 2006)

(Aceptación: 23 enero 2007)

Efecto de los tratamientos-cebo aéreos con spinosad contra Mosca del Olivo (*Bactrocera oleae*, Gmel.; Diptera: Tephritidae) sobre la entomofauna del olivar en la provincia de Jaén

M. RUIZ TORRES, A. MONTIEL BUENO

Durante 2003 y 2004 se realizaron experiencias de tratamientos cebo aéreos con spinosad y dimetoato contra la Mosca del Olivo (*Bactrocera oleae*) en dos zonas continuas de 500 Has cada una, en los términos municipales de Martos (2003) y Torredelcampo (2004) de la provincia de Jaén. Para conocer el impacto sobre la entomofauna, se llevaron a cabo muestreos en las zonas tratadas utilizando trampas de caída (pit-fall) con cerveza, ácido láctico y acético como atrayentes, colocadas en el suelo bajo la copa del olivo, y placas engomadas amarillas y azules colocadas entre el follaje de los olivos. En cada zona se diferenciaron las bandas tratadas y las bandas protegidas, no tratadas, adyacentes a estas. Las épocas de muestreo fueron: previo al tratamiento (T-0), justo después del tratamiento (T+0) y a los 13 días (en 2003) o 19 días (en 2004) del tratamiento. Las capturas obtenidas en las trampas se han clasificado a nivel de Familia y se han diferenciado grupos tróficos.

En la parcela tratada con spinosad, se encuentran impactos sobre taxones depredadores y una disminución significativa de algunos parásitos. Al comparar la tendencia de la parcela tratada con spinosad, con la tendencia de la parcela tratada con dimetoato, no pueden establecerse conclusiones definitivas porque los dos años se han comportado de manera diferente y porque las capturas exiguas de muchos taxones impiden afirmar con rotundidad que los descensos se deban al efecto de los insecticidas y no a cualquier otro efecto ambiental. En cualquier caso, se constata que el spinosad produce perturbaciones en la comunidad de artrópodos del olivo.

M. RUIZ TORRES, A. MONTIEL BUENO. Laboratorio de Producción y Sanidad Vegetal. Carretera de Córdoba s/n. Cerro de Los Lirios. 23005 JAÉN.

Palabras clave: *Bactrocera oleae*, spinosad, dimetoato, impacto, depredadores, parásitos.

INTRODUCCIÓN

Las actuaciones contra la Mosca del Olivo (*Bactrocera oleae*) en España se basan, mayoritariamente, en aplicaciones cebo adulticidas con proteína hidrolizable mediante tratamientos aéreos o terrestres (ALVARADO *et al.*, 2004) que son coordinados dentro del Programa de Mejora de la Calidad de la Producción del Aceite de Oliva.

El dimetoato es con diferencia el insecticida más empleado en estos tratamientos, sustituido en algunas zonas por alfa-cipermetrina o deltametrina en aplicaciones-cebo aéreas (ESCOLANO, 2001; TORRELL *et al.*, 1997). En olivar ecológico se emplean diferentes formas de trapeo masivo (ALVARADO *et al.*, 2004; CABALLERO, 2001), con escaso éxito hasta ahora, o aplicaciones-cebo aéreas con una mezcla de piretrinas naturales y rotenona.

Por otro lado, el impacto sobre la entomofauna auxiliar de los tratamientos con dimetoato (ESCOLANO, 2001; RUIZ Y MONTIEL, 2002; RUIZ y MUÑOZ-COBO, 1997) y la necesidad de encontrar insecticidas compatibles con los criterios de agricultura ecológica, indujo a iniciar experiencias en España sobre la eficacia del spinosad, un insecticida biológico, contra la Mosca del Olivo (RUIZ *et al.*, 2004), si bien ya se está empleando en tratamientos cebo aéreos contra dicha plaga en California, USA (COLLIER y STEENWYK, 2003).

El spinosad es un insecticida biológico con actividad por ingestión y contacto, de nueva generación, de los denominados "naturalitos" (VIÑUELA, 1996), derivado de dos toxinas (spinosin a y spinosin d) producidas por un hongo actinomiceto de suelo (*Saccharopolyspora spinosa*). Es un insecticida con carácter neurotóxico, basado en la excitación y posterior bloqueo de los receptores nicotínicos de la acetilcolina, con un efecto sobre la función de recepción del GABA (THOMPSON *et al.*, 1999). Ha demostrado su efectividad como insecticida en tratamientos cebo frente a diversas especies de Tephritidae (BURNS *et al.*, 2001; COLLIER y STEENWYK, 2003; STARK *et al.*, 2004; VARGAS *et al.*, 2001). Por su origen natural y su tipo de acción, catalogada como selectiva, se han evaluado sus posibilidades en programas de manejo integrado de plagas en algunos cultivos, llegando a recomendarse su empleo como insecticida de bajo impacto (ELZEN, 2001; GALVAN, 2005; LUDWIG y OETTING, 2001; MICHAUD, 2003; MUSSER y SHELTON, 2003; VARGAS *et al.*, 2001). Sin embargo, otros estudios desaconsejan este uso, llegando a hacerlo similar a insecticidas de síntesis como el clorpirifos (CISNEROS *et al.*, 2002; MENDEZ *et al.*, 2002) y algunos piretroides (NOWAK *et al.*, 2001) en cuanto al grado de toxicidad frente a insectos auxiliares. Esta disparidad de criterios puede deberse al diferente efecto que produce dependiendo de las especies y grupos tóxicos considerados (WILLIAMS *et al.*, 2003). Es revelador el trabajo de TILLMAN y MULROONEY (2000) en el cual se pone de manifiesto cómo en ensayos de laboratorio el spinosad es altamente

tóxico para una especie, y sin embargo en el campo no lo es debido al comportamiento de dicha especie, que le evita la exposición del insecticida.

El interés del spinosad contra la mosca del olivo estriba en su posibilidad de empleo en agricultura ecológica, lo cual está siendo considerado en Estados Unidos (OMRI, 2002). Sin embargo, en Europa, el Reglamento Comunitario 2092/91, en su Anexo II B, establece los criterios para autorizar un insecticida en agricultura ecológica, y estos no los cumple completamente el spinosad.

Con todo, durante los años 2003 y 2004, el Servicio de Sanidad Vegetal de la Junta de Andalucía autorizó en las provincias de Córdoba, Jaén, Málaga y Sevilla, tratamientos cebo aéreos con spinosad contra la Mosca del Olivo, dentro del Programa de Control de dicha plaga, a fin de evaluar su eficacia. En 2005, el spinosad, en su formulación para tratamientos cebo (Spintor® Cebo), ha tenido una ampliación de registro especial para el empleo en olivar, y por ello se ha autorizado el uso del spinosad en tratamientos cebo aéreos contra la mosca del olivo en Andalucía dentro del Programa de Mejora de la Calidad del Aceite.

En España se han realizado algunas experiencias de laboratorio sobre la toxicidad del spinosad contra insectos auxiliares (BUDIA *et al.*, 2000; SCHNEIDER *et al.*, 2000, 2003), pero no se han llevado a cabo evaluaciones de campo. Así, en el ámbito de los tratamientos experimentales de 2003 y 2004 se llevó a cabo una valoración del impacto de estos tratamientos sobre la entomofauna del olivar en la provincia de Jaén, cuyos resultados se presentan en este trabajo.

MATERIAL Y MÉTODOS

El impacto sobre la entomofauna del olivar se ha valorado tanto en las zonas tratadas con el spinosad como en aquellas otras adyacentes tratadas con dimetoato, para que pueda servir de referencia al primero, puesto que es el insecticida más empleado en el olivar.



Figura 1. Tratamiento cebo aéreo.

Se escogieron dos zonas de tratamiento aéreo de 500 Has, colindantes, una para dimetoato y otra para spinosad. En cada año (2003 y 2004), dichas zonas han sido diferentes.

Las localidades escogidas han sido:

Zona Olivos Centenarios, en el término municipal de Martos (Jaén). Están encuadrados en la Campiña del Sur de Jaén. Se trata de cultivos con arbolado muy viejo, con un marco de plantación de 15x15 m y ausencia casi completa de discontinuidades ambientales ajenas al cultivo. La zona de muestreo del spinosad es un olivar con las características mencionadas, sin cobertura herbácea y manejo de suelo con laboreo. Ruedo con abundante hojarasca y riego por inundación. La parcela de muestreo del dimetoato albergaba cierta presencia herbácea en las camadas (inferior al 20%, y con plantas pequeñas). Siega química de las malas hierbas y riego por goteo. El tratamiento aéreo en esta zona se llevó a cabo en 2003.

Campiña Torredelcampo, en el término municipal de Torredelcampo (Jaén). Están encuadrados en la Campiña Sur de Jaén. La parcela de muestreo del spinosad es un cultivo con arbolado centenario, marco de plantación de 12x12 m. No tiene cobertura herbácea y manejo de suelo con labor y siega química en ruedos del olivo. La parcela de muestreo del dimetoato es un olivar de similares características del anterior, pero con un marco de plantación más estrecho y arbolado más joven. El tratamiento aéreo en esta zona se llevó a cabo en 2004.

En todas las zonas mencionadas estaban instaladas las Estaciones de Control previstas en la Red Dacus de control de la Mosca del Olivo y los tratamientos se realizaron cuando se superaron los umbrales de población de mosca previstos.

El tratamiento cebo aéreo (Figura 1) realizado consistía en aplicaciones en bandas de 25 m (bandas tratadas) separadas por un



Figura 2. a) Trampa de caída, o "pit-fall". b) Trampa amarilla. c) Trampa azul.

espacio de 75 m (bandas protegidas) sin tratar. En el caso del dimetoato se emplearon 20 litros de caldo por Ha, con una composición de 500 cc de dimeotato 40% y 500 gr de proteína hidrolizable como atrayente, y el resto agua. En las zonas tratadas con spinosad, el caldo llevaba 5 litros/ha de un formulado denominado Spintor®Cebo, que lleva incorporados una serie de atrayentes alimenticios y una concentración de 0.024% de spinosad.

Para valorar el impacto de las aplicaciones sobre la entomofauna, se ha muestreado la comunidad de artrópodos viva con el siguiente esquema de trapeo: en un mismo árbol se han situado una trampa de caída, consistente en un vaso de plástico blanco (Figura 2 a), de 7 cm de diámetro y colocado a ras de suelo con un líquido atrayente compuesto por 25 cc de ácido acético, 25 de ácido láctico y 15 cc de formaldehído al 10% en 1000 cc de cerveza (CHERIX y BOURNE, 1980; GONZÁLEZ MOLINÉ, 1987), una placa amarilla pegajosa (Figura 2 b) colocada entre el follaje del árbol, a unos 170 cm de altura en orientación S-SO y otra placa azul (Figura 2 c) pegajosa en el extremo opuesto, para evitar que interfiriesen una con otra.

Este sistema de muestreo se ha empleado en anteriores estudios sobre entomofauna del olivar (RUIZ y MONTIEL, 2000, 2001).

Las trampas deberían haber estado colocadas cuarenta y ocho horas, pero en algunas ocasiones no ha sido posible respetar ese tiempo y se retiraron al día o a los cuatro días de su colocación por lo que se ha trabajado con índices de capturas por día.

El análisis de la información aportada por las trampas se ha llevado a cabo de manera

conjunta, es decir, uniendo las capturas de los tres tipos de trampas en un mismo árbol, a fin de intentar contrarrestar el escaso número de individuos obtenido por causas climáticas.

En cada zona de aplicación (spinosad y dimetoato) se ha muestreado en la banda tratada y en la banda protegida, distando cada batería de trampas unos 50 metros. En cada banda se han colocado estos dispositivos de muestreo en cuatro (en 2003) y en cinco árboles consecutivos (2004), tras comprobar previamente la cantidad mínima necesaria mediante las frecuencias acumuladas de aparición de nuevos taxones (MAGURRAN, 1989).

Las capturas fueron analizadas a nivel de Familia en la mayoría de las ocasiones. También se han clasificado los individuos, cuando ha sido posible, en categorías tróficas que tienen incidencia directa para la práctica de la agricultura: depredadores, parásitos, fitófagos y detritívoros. En el caso de Dípteros, Lepidópteros y algunos Himenópteros, la condición trófica escogida ha sido la de sus estadíos preimaginales.

Secuencia de muestreo:

En Jaén y en 2003 entre 6-8 de octubre se hizo muestreo previo al tratamiento (T-2). El tratamiento se llevó a cabo el 10 de octubre e inmediatamente después se hizo otro muestreo (10-14 octubre; T+0). Posteriormente, se hizo otro muestreo el 23-27 de octubre (T+13).

En Jaén y en 2004 entre 4-5 de octubre se hace el primer muestreo (T-1). El tratamiento se efectuó el 6 de octubre y entre el 7-8 de octubre se hizo el muestreo T+1, y otro posterior entre 21-25 de octubre (T+19).

Para la comparación cuantitativa de resultados se ha empleado el ANOVA, previa normalización de los mismos mediante la transformación de datos $(x+1)^{1/2}$. En el caso de comparaciones entre parcelas tratadas y parcelas protegidas, justo después de las aplicaciones, se han usado las capturas obtenidas previas al tratamiento como covariable (ANCOVA). Para el análisis estadístico se ha utilizado el programa estadístico SPSS 11.5 (FERRANZ, 1996).

Para comparar la composición cualitativa de la comunidad muestreada se ha empleado el test de homogeneidad de la chi cuadrado.

RESULTADOS

**Año 2003.
Spinosad.**

En el Cuadro 1 se presentan las capturas medias y la significación estadística de las

diversas comparaciones realizadas. Al tener en cuenta el número total de capturas, aparecen descensos significativos del número de individuos capturados comparando el momento previo al muestreo con el inmediatamente posterior y con los trece días de la aplicación.

Con respecto de los grupos tróficos, al comparar las capturas tenidas antes de la aplicación con las inmediatamente posteriores y con las logradas a los trece días del tratamiento, se encuentran descensos de efectivos estadísticamente significativos entre los depredadores, parásitos y fitófagos.

Al comparar las capturas de taxones entre antes y después del tratamiento, hay descensos significativos de efectivos en *Dolicopodidae* y *Tripetidae* (Diptera), *Formicidae* y *Betiloidea* (Himenoptera) y aumentos en los *Nitidulidae* (Coleoptera).

Al comparar las capturas entre antes del tratamiento y trece días después del mismo,

Cuadro 1. Capturas medias (en nº individuos por trampa y día) para el conjunto de dispositivos de muestreo en 2003, en las parcelas con tratamiento de spinosad (SPI), en las bandas tratadas (T) y las bandas protegidas (NT) y para cada momento de muestreo T-2, T+0 y T+13. Dentro de cada fila, las casillas con la misma letra presentan diferencias significativas.

2003	SPI(T-2)	SPI(T+0)		SPI(T+13)	
		T	NT	T	NT
Grillidae	0,33	0,06	0,06		
Dermaptera			0,06		
Embiidae	0,67 ^{c,d}	0,31	0,31	0,19 ^c	0,13 ^d
Cicadelidae	0,33	0,50	0,81		0,25
Afidae	0,33	0,94	0,94	0,50	0,31
Isidae		0,06		0,06	
Psyllidae	0,17	0,13			
Penfigidae		0,31	0,19		
Homoptera ind.	0,83 ^{a,b,c,d}	0,06 ^a	0,06 ^b	0 ^c	0 ^d
Tisanoptera ind.	0,67	1,56	1,50	0,44	
Psocoptera ind.	20,67	0,63	0,31		
Miridae	0,33				
Crisopidae	1,83 ^{c,d}	1,00	1,13	0,38 ^c	0,31 ^d
Neuroptera ind.	0,17				
Drosophilidae	2,67	2,81	2,94	2,44	3,44
Micetophilidae	0,17 ^{a,c,d}	1,19 ^a	0,56	2,13 ^c	3,06 ^d
Escatopsidae	0,17		0,13		
Cloropidae	0,33	0,06 ^c	0,5 ^c	0,13	
Foridae	1,33	1,81	1,75	0,88	1,00

Cuadro 1 (Continuación). Capturas medias (en n° individuos por trampa y día) para el conjunto de dispositivos de muestreo en 2003, en las parcelas con tratamiento de spinosad (SPI), en las bandas tratadas (T) y las bandas protegidas (NT) y para cada momento de muestreo T-2, T+0 y T+13. Dentro de cada fila, las casillas con la misma letra presentan diferencias significativas.

2003	SPI(T-2)	SPI(T+0)		SPI(T+13)	
		T	NT	T	NT
Tripetidae	7,33 ^{a,b,c,d}	0,38 ^a	0,25 ^b	0,06 ^c	0,25 ^d
Sirfidae	0,50	1,13	0,38	1,63	1,13
Empididae	0 ^b	0,38	0,75 ^b	0,50	0,38
Psicodidae	0 ^{a,b}	0,31 ^a	0,25 ^b		
Quironomidae				0,06	0,19
Calliphoridae	2,67		1,31	5,13	4,19
Dolicopodidae	1,83 ^{b,c,d}	1,00	0,19 ^b	0 ^c	0 ^d
Cecidomidae	0 ^b	0 ^c	0,38 ^{b,c}		
Heleomycidae			0,06		
Asilidae					0,06
Sepsidae	1,17	0,06	0,06		
Nematocera ind.	0,33 ^{a,c,d}	1,75 ^a	1,13	2,69 ^c	2,13 ^d
Brachycera ind.	2 ^{b,d}	3,94	5,56 ^b	4,31	6 ^d
Carabidae	0,17		0,06	0,06	0,13
Tenebrionidae	0 ^a	0,19 ^{a,c}	0 ^c		
Elateridae					0,06
Anthicidae	0,17				
Lucanidae	0,17	0,06	0,06		
Staphilinidae	0,67	0,38	0,19	0,50	0,31
Nitidulidae	0,33 ^{a,b}	1,75 ^a	1,25 ^b	0,13	0,06
Coccinelidae	0 ^a	0,31 ^a	0,19		
Crisomelidae		0,06			
Coleoptera ind.	0,5 ^{a,b,c,d}	0,13 ^a	0 ^b	0,06 ^c	0,06 ^d
Formicidae	6,83 ^{a,b,c,d}	2,19 ^a	1,75 ^b	1,19 ^c	0,31 ^d
Proctotrupeoidea		0,06	0,06	0,06	
Ichneumonidae	1 ^{c,d}	0,50	0,50	0 ^c	0,06 ^d
Braconidae	0,67 ^{c,d}	0,38	0,50	0 ^c	0 ^d
Calcidoidea	5,17 ^{c,d}	4,25	4,56	0,44 ^c	0,94 ^d
Betiloidea	0,83 ^{a,b,c,d}	0,25 ^a	0,31 ^b	0 ^c	0,06 ^d
Apoidea	0,17	0,44	0,56	0,13	0,06
Vespidae			0,06		
Himenoptera ind.	0 ^b	0,19	0,5 ^b	0,06	0,06
Noctuidae	0,5 ^{a,b,c,d}	0,06 ^a	0,06 ^b	0,06 ^c	0,13 ^d
Tineoidea	0,17				
Papilionoidea					0,13
Collembola	0 ^d			0,19 ^f	0,56 ^{d,f}
Araneae	1,00	0,94	0,88	0,38	0,44
Total	65,17 ^{a,b,c,d}	34 ^a	33,18 ^b	24,75 ^c	26,19 ^d
Depredadores	6,8 ^{b,c,d}	5,5	4,14 ^b	3,64 ^c	2,89 ^d
Parásitos	7,7 ^{a,b,c,d}	5,4 ^a	5,9 ^b	0,5 ^c	1,1 ^d
Fitófagos	11,3 ^{a,b,c,d}	4,37 ^a	4,75 ^b	1,25 ^c	1,13 ^d
Detritívoros	7,2	8,8	8	8,83	9,4
N° Taxones	38	40	42	28	30

se encuentran los descensos significativos entre *Crisopidae* (Neuroptera), *Dolicopodidae* y *Tripetidae* (Diptera) y *Formicidae*, *Ichneumonidae*, *Calcidoidea* y *Betiloidea* (Himenoptera), y aumentos significativos entre *Micetophilidae* (Diptera).

Al comparar la composición cualitativa, se deduce que no hay una diferenciación de poblaciones a lo largo del proceso de muestreo, es decir, la fracción de la entomocenosis de la que tenemos información, no se modifica de manera significativa en cuanto a la presencia de taxones ($\chi^2=0.87$ al comparar T-2 con la banda tratada y $\chi^2=0.35$ con la banda no tratada; $\chi^2=3.38$ al comparar la

banda tratada con la banda protegida en T+0 y $\chi^2=0.97$ al hacer la misma comparación en T+13; hay diferencia significativa cuando el valor de $\chi^2>3.841$)

Dimetoato.

En el Cuadro 2 se presentan las capturas medias y la significación estadística de las diversas comparaciones realizadas. Al considerar las capturas totales, se encuentran descensos significativos del número de artrópodos obtenidos a los trece días de la aplicación con respecto de los tenidos antes del tratamiento.

Con respecto de los grupos tróficos, los taxones depredadores, parásitos de artrópo-

Cuadro 2. Capturas medias (en n° individuos por trampa y día) para el conjunto de dispositivos de muestreo en 2003, en las parcelas con tratamiento de dimetoato (DI), en las bandas tratadas (T) y las bandas protegidas (NT) y para cada momento de muestreo T-2, T+0 y T+13. Dentro de cada fila, las casillas con la misma letra presentan diferencias significativas.

2003	DI(T-2)	DI(T+0)		DI(T+13)	
		T	NT	T	NT
Grillidae	0,13		0,06		
Blattidae			0,06		
Embiidae	0 ^d	0,06	0,06	0,19	0,69 ^d
Cicadelidae	1,13 ^{c,d}	1,00	0,63	0,19 ^c	0,19 ^d
Cixidae		0,25	0,13		0,06
Afido	0,50	0,38	0,38	0,31	0,25
Isidae	0 ^a	0,13 ^{a,c}	0 ^c		
Psyllidae	0,5 ^{a,d}	0,13 ^a	0,31	0,19	0,06 ^d
Pentfigidae	0,25	0,19	0,13	0,06	
Homoptera ind.		0,06			
Fleotripidae		0,19	0,13		0,13
Tisanoptera ind.	0,63 ^{a,d}	1,75 ^{a,c}	0,88 ^c	0,25	0,06 ^d
Psocoptera		0,06	0,19		0,06
Miridae	0,13	0,06			
Heteroptera ind.		0,06			0,06
Crisopidae	0,63	1,25	1,19	0,19	0,44
Neuroptera ind.		0,06			0,13
Kalotermitidae	0,13	0,06			
Drosophilidae	0,63 ^{a,b,c,d}	2,38 ^a	2,44 ^b	3,69 ^c	4,87 ^d
Micetofilidae	0 ^{c,d}	0,31	0,31	8,25 ^c	7 ^d
Escatopsidae	0 ^c			0,19 ^c	0,13
Cloropidae	1,63	0,06	0,25		
Foridae	1,5 ^{b,c,d}	1,56	2,94 ^b	2,81 ^c	3 ^d
Tripetidae	1 ^{a,b,c,d}	0 ^a	0 ^b	0,06 ^c	0,13 ^d
Sirfidae	1,88 ^{a,b}	0,25 ^a	0 ^b	0,75	0,56

Cuadro 2 (Continuación). Capturas medias (en n° individuos por trampa y día) para el conjunto de dispositivos de muestreo en 2003, en las parcelas con tratamiento de dimetoato (DI), en las bandas tratadas (T) y las bandas protegidas (NT) y para cada momento de muestreo T-2, T+0 y T+13. Dentro de cada fila, las casillas con la misma letra presentan diferencias significativas.

2003	DI(T-2)	DI(T+0)		DI(T+13)	
		T	NT	T	NT
Empididae	19,13 ^{a,b,c,d}	2,75 ^a	3,94 ^b	0,44 ^c	0,63 ^d
Psicodidae		0,06			
Quironomidae		0,31	0,25	0,19	
Calliphoridae	1,63 ^{a,b}	0,75 ^a	0,25 ^b	1,06	1,13
Dolicopodidae	1,63 ^{a,c,d}	0,13 ^a	0,25	0 ^c	0,06 ^d
Cecidomidae			0,06		0,06
Heleomyzidae	0,13	0,13			
Asilidae		0,06			
Sepsidae	0,13	0,19			
Nematocera ind.	1,50	7,50	1,69	2,88	3,81
Brachycera ind.	5,25 ^b	4,25	1,5 ^b	3,81	5,19
Carabidae			0,06		
Cucujidae		0,06	0,06		
Curculionidae			0,13		
Antícido	0,13				0,06
Staphilinidae	0,63 ^{c,d}	0,13	0,38	1,5 ^c	1,5 ^d
Nitidulidae	0 ^{a,b}	2,13 ^a	2,38 ^b		
Coccinellidae	0 ^b	0,13	0,19 ^b		
Coleoptera ind.		0,13	0,13	0,06	
Formicidae	9,63 ^{a,b,c,d}	3,19 ^a	4,13 ^b	1,19 ^c	2,19 ^d
Proctotrupeoidea	0,25 ^{a,b,c,d}	0 ^a	0 ^b	0 ^c	0 ^d
Icneumonidae	0,50	0,13	0,69	0,06	0,06
Braconidae	2,63 ^{c,d}	1,81	1,75	0 ^c	0 ^d
Calcidoidea	5,5 ^{a,c,d}	2,13 ^a	2,75	1,25 ^c	1,88 ^d
Driinidae			0,06		
Betiloidea		0,19	0,06	0,13	0,06
Apoidea	0,25	0,25	0,19		
Sphecidae	0,25 ^{b,c,d}	0,19	0 ^b	0 ^c	0 ^d
Himenoptera ind.	1 ^{a,b,c,d}	0,13 ^a	0,19 ^b	0,25 ^c	0,06 ^d
Piraloidea	0 ^a	0,25 ^a	0,19	0,13	0,19
Micropterigidae		0,06			
Noctuidae	1 ^{a,b,c,d}	0,13 ^a	0 ^b	0,06 ^c	0,25 ^d
Tineoidea	0,13	0,06	0,06		
Lepidoptera ind.					0,06
Scorpionida			0,06		0,06
Collembola			0,13	0,25	0,13
Araneae	1,13	0,50	0,56	0,69	1,00
Acarina				0,13	0,13
Total	63 ^{a,b,c,d}	37,94 ^a	32,13 ^b	31,18 ^c	36,31 ^d
Depredadores	25,03 ^{a,b,c,d}	5,57 ^a	6,75 ^b	3,89 ^c	5,2 ^d
Parásitos	8,9 ^{a,c,d}	4,26 ^a	5,31	1,4 ^c	2 ^d
Fitófagos	7,03 ^{b,c,d}	4,7	3,3 ^b	1,8 ^c	1,75 ^d
Detritívoros	3,9 ^b	7,25	8,64 ^b	7,4	8,9
N° Taxones	34	49	43	30	37

dos y fitófagos presentan descensos estadísticamente significativos al comparar las capturas previas a la aplicación con las tenidas en T+0 y T+13. Sin embargo, en el caso de los taxones considerados detritívoros, se aprecia un incremento significativo en el momento de muestreo inmediatamente posterior al tratamiento.

Al comparar las capturas de los taxones más relevantes entre antes y después del tratamiento, hay descensos significativos en los siguientes: *Empididae*, *Tripetidae*, *Sirfidae*, *Dolicopodidae* (Diptera), *Formicidae*, *Calci-doidea* (Himenoptera) y *Noctuidae* (Lepidoptera) y aumentos en *Drosophilidae*, *Phoridae* (Diptera) y en *Nitidulidae* (Coleoptera).

Al comparar las capturas entre T-2 y T+13, los taxones más relevantes que ponen de manifiesto diferencias significativas son, en cuanto a descensos de capturas, *Cicadeli-*

dae (Homoptera), *Empididae*, *Tripetidae*, *Dolicopodidae* (Diptera), *Formicidae*, *Calci-doidea*, *Braconidae* (Himenoptera) y *Noctuidae* (Lepidoptera). Y un aumento de capturas respecto de las tenidas en T-2, *Micetophilidae*, *Drosophilidae*, *Phoridae* (Diptera) y *Nitidulidae* (Coleoptera).

Al comparar la composición cualitativa, existe un grado de homogeneidad significativo entre T-2 y T+0 ($\chi^2=2.26$ con la banda tratada, $\chi^2=0.04$ con la banda protegida; hay diferencia significativa cuando el valor de $\chi^2>3.841$) y también entre la banda tratada y la banda protegida en T+0 ($\chi^2=0.01$) y en T+13 ($\chi^2=1.08$).

**Año 2004.
Spinosad.**

En el Cuadro 3 se presentan las capturas medias y la significación estadística de las

Cuadro 3. Capturas medias (en nº individuos por trampa y día) para el conjunto de dispositivos de muestreo en 2004, en las parcelas con tratamiento de spinosad (SPI), en las bandas tratadas (T) y las bandas protegidas (NT) y para cada momento de muestreo T-1, T+1 y T+13. Dentro de cada fila, las casillas con la misma letra presentan diferencias significativas.

2004	SPI (T-1)	SPI(T+1)		SPI(T+19)	
		T	NT	T	NT
Psocoptera	0,2	0,2	0,4	0,15	0,1
Cicadelidae	3 ^{a, b}	0,8 ^a	0,2 ^b	1,9	3,15
Cixidae					0,05
Psyllidae		0,2		0,05	0,05
Isidae	0,4			0,15	
Afidae	0 ^{a, b, c, d}	2,2 ^a	2,2 ^b	1,2 ^c	1,75 ^d
Aleurodidae	0,6	0,4			
Homoptera ind.	0	0,2	0,4		
Crisopidae	0,4 ^d	0 ^c	1 ^c	0,85	1,9 ^d
Pentatomidae				0,05	0,05
Miridae		0,2			
Ligaeidae		0,2			
Heteroptera ind.		0,4	0,2	0,1	0,1
Fleotripidae	0,2	0,2	0,2		0,15
Tisanoptera ind.	17,4 ^{c, d}	12	17,2	5,8 ^c	9,7 ^d
Micetophilidae	0 ^{b, c, d}	0 ^c	1 ^{b, c}	0,6 ^c	0,85 ^d
Cecidomidae	0,4	0,4	0,4	0,3	0,4
Foridae	6,4 ^b	5,2 ^c	1,8 ^{b, c}	8,05	6,9
Scatopsidae	0,2	0,2	0,4	0,3	0,3
Drosophilidae	2,2 ^{a, b, c}	5 ^a	6,2 ^b	4,7 ^c	3,15
Calliphoridae	0 ^{c, d}	0,6	0,2	6,15 ^{c, f}	4,7 ^{d, f}

Cuadro 3 (Continuación). Capturas medias (en n° individuos por trampa y día) para el conjunto de dispositivos de muestreo en 2004, en las parcelas con tratamiento de spinosad (SPI), en las bandas tratadas (T) y las bandas protegidas (NT) y para cada momento de muestreo T-1, T+1 y T+13. Dentro de cada fila, las casillas con la misma letra presentan diferencias significativas.

2004	SPI (T-1)	SPI(T+1)		SPI(T+19)	
		T	NT	T	NT
Heleomycidae	0 ^c			0,15 ^c	0,15
Cloropidae		0,2			0,35
Dolicopodidae	0,2 ^d	0,4	0,4	0,9	1,45 ^d
Tripetidae	1 ^{c,d}	0,2		3,45 ^{c,f}	10,1 ^{d,f}
Sirfidae	0,2	0,6 ^c	0 ^e	0,1	0,45
Taquinidae	0,4		0,4	0,25	0,2
Antomiidae	0,2				
Sciomicidae	0,2			0,1	
Sepsidae	0	0,2	0,4	0,35	0,35
Scatophagidae	0	0	0,2		
Nematocera ind.	0,6	0,2	0,6	0,35	0,4
Brachycera ind.	1,8 ^{c,d}	2	1,8	3,8 ^c	6 ^d
Carabidae			0,4	0,25	0,05
Coccinelidae			0,2	0,05	0,05
Nitidulidae	4 ^{c,d}	4,4	4,2	0,2 ^c	0 ^d
Tenebrionidae	0 ^b	0 ^e	0,4 ^{b,c}	0,15	
Anthicidae	0 ^d			0 ^f	0,15 ^{d,f}
Staphilinidae	0 ^{c,d}			0,75 ^c	0,85 ^d
Cucujidae					0,05
Coleoptera ind.	0 ^a	0,6 ^{a,c}	0 ^c	0,25	0,45
Formicidae	0,4 ^d	0 ^e	1,6 ^e	1,95	2,55 ^d
Apoidea		0,4			
Icneumonidae	0,2			0,3	0,1
Calcidoidea	4,2	3,4	5,4	3,55	5,95
Braconidae	0,2 ^b	0,2 ^c	0,8 ^{b,c}	0,4	0,65
Ceraphronidae	0 ^{c,d}			0,6 ^c	0,6 ^d
Cinipoidea				0,1	0,05
Sphecidae	0,2				
Xifidridae				0,05	
Himenoptera ind.	1,2 ^{a,b,c,d}	0,2 ^a	0,2 ^b	0,2 ^c	0,2 ^d
Kalotermitidae	0 ^{c,d}			0,5 ^{c,f}	0,85 ^{d,f}
Tineoidea	0,2			0,1	0,1
Papilionoidea					0,05
Lepidoptera ind.	1,6 ^{c,d}	0,8	1,2	0,2 ^c	0,1 ^d
Collembola	0,4 ^d		0,4	0,25 ^f	1,3 ^{d,f}
Scorpionida		0,2			
Araneae	0,6	0,8	0,6	0,6	1,3
Total	49,2 ^d	43,2	51	50,3 ^f	68 ^{d,f}
Depredadores	1,6 ^{b,c,d}	2	2,6 ^b	3,5 ^{c,f}	6,05 ^{d,f}
Parásitos	5,2	3,6	6,6	5,2	7,5
Detritívoros	11 ^b	10,6	7,4 ^b	15,3	13,7
Fitófagos	5,8 ^c	5,2	3,8	7,5 ^{c,f}	16,2 ^f
N° Taxones	30	32	31	43	44

diversas comparaciones realizadas. Teniendo en cuenta las capturas totales, no se encuentran diferencias significativas hasta el final del muestreo, cuando a los 19 días del tratamiento, hay un incremento de efectivos con respecto al momento previo a la aplicación.

Considerando los grupos tróficos, los depredadores presentan incrementos de capturas tras el tratamiento, que llegan a ser significativas en T+1 y T+19. Los grupos fitófagos también presentan incrementos en T+19. Los parásitos de artrópodos y los detritívoros apenas presentan variaciones significativas.

Al comparar las capturas de los taxones más relevantes entre antes y después del tratamiento, hay descensos significativos en los siguientes: *Empididae*, *Tripetidae*, *Sirfidae*, *Dolicopodidae* (Diptera), *Formicidae*, *Calci-doidea* (Himenoptera) y *Noctuidae* (Lepidoptera) y aumentos en *Drosophilidae*, *Phoridae* (Diptera) y en *Nitidulidae* (Coleoptera).

Al comparar las capturas entre T-1 y T+13, los taxones más relevantes que ponen de manifiesto diferencias significativas son, en cuanto a descensos de capturas, *Cicadelidae* (Homoptera), *Empididae*, *Tripetidae*, *Dolicopodidae* (Diptera), *Formicidae*, *Calci-doidea*, *Braconidae* (Himenoptera) y *Noctuidae* (Lepidoptera). Y con un aumento de capturas respecto de las tenidas en T-0, *Micetophilidae*, *Drosophilidae*, *Phoridae* (Diptera) y *Nitidulidae* (Coleoptera).

Al comparar la composición cualitativa, existe un grado de homogeneidad significativo entre T-1 y T+1 ($\chi^2=2.26$ con la banda tratada, $\chi^2=0.04$ con la banda protegida; hay diferencia significativa cuando el valor de $\chi^2>3.841$) y también entre la banda tratada y la banda protegida en T+1 ($\chi^2=0.01$) y en T+13 ($\chi^2=1.08$).

Dimetoato.

En el Cuadro 4 se presentan las capturas y la significación estadística de las diversas

Cuadro 4. Capturas medias (en nº individuos por trampa y día) para el conjunto de dispositivos de muestreo en 2004, en las parcelas con tratamiento de dimetoato (DI), en las bandas tratadas (T) y las bandas protegidas (NT) y para cada momento de muestreo T-1, T+1 y T+13. Dentro de cada fila, las casillas con la misma letra presentan diferencias significativas.

2004	DI (T-1)	DI(T+1)		DI(T+19)	
		T	NT	T	NT
Psocoptera	0,2	0,2	0,2	0,5 ^f	0,05 ^f
Grillidae				0,05	
Blattidae			0,2		
Cicadelidae	4 ^{a,c}	0,6 ^{a,c}	2,4 ^c	1,3 ^c	2,4
Cixidae				0,05	
Psyllidae	0,2		0,2	0,15	0,1
Isidae		0,2		0,05	0,05
Afidae	1,2	1,8	1,4	3	2,05
Aleurodidae	0,6	0,8	0,4		
Homoptera			0,2	0,1	0,05
Crisopidae	0,2 ^{a,b}	1,4 ^a	1 ^b	0,05	0,05
Nabidae		0,2			
Reduvidae		0,2			
Miridae	0,4				
Heteroptera				0,05	0,05
Fleotripidae	0,2	0,8 ^c	0 ^c	0,25	0,25
Tisanoptera ind.	13,2	16,8	16	8,05	11
Micetophilidae	0,4 ^c	0,2	0,2	2,5 ^{c,f}	1 ^f
Cecidomidae	0 ^c	0,2	0,2	0,5 ^c	0,35

Cuadro 4 (Continuación). Capturas medias (en n° individuos por trampa y día) para el conjunto de dispositivos de muestreo en 2004, en las parcelas con tratamiento de dimetoato (DI), en las bandas tratadas (T) y las bandas protegidas (NT) y para cada momento de muestreo T-1, T+1 y T+13. Dentro de cada fila, las casillas con la misma letra presentan diferencias significativas.

2004	DI (T-1)	DI(T+1)		DI(T+19)	
		T	NT	T	NT
Foridae	1,8 ^{c,d}	1,8	3,2	4,95 ^c	6,5 ^d
Scatopsidae	1,6 ^{a,b,c,d}	0,6 ^a	0,2 ^b	0,25 ^c	0,3 ^d
Drosophilidae	0,8 ^{b,d}	2,6	3 ^b	2,55	4,2 ^d
Calliphoridae	0 ^{c,d}	0,2		3,6 ^c	4,45 ^d
Heleomycidae				0,05	0,1
Psicodidae	1,4 ^{b,c,d}	1 ^e	0 ^{b,e}	0,2 ^c	0 ^d
Cloropidae	0 ^d	0,2		0,05	0,3 ^d
Dolicopodidae	0,6 ^c	0,2	0,8	3,5 ^{c,f}	1,45 ^f
Tripetidae	0 ^d	0,2		0,1 ^f	2,5 ^{d,f}
Sirfidae	0,8	1 ^e	0 ^c	0,9	0,4
Asilidae	0,2				0,1
Taquinidae			0,2	0,3	0,25
Nematocera ind.	0,8	0,8	0,2	0,55	0,8
Brachycera ind.	1,2 ^{c,d}	2,4	1,2	5,55 ^c	3,1 ^d
Carabidae	0 ^d		0,2	0,15 ^f	0,55 ^{d,f}
Coccinelidae				0,3 ^f	0,1 ^f
Nitidulidae	3 ^c	3,2	3,8	0,2 ^c	0,55
Tenebrionidae	1 ^{a,b,c,d}	0,2 ^a	0,2 ^b	0 ^c	0 ^d
Curculionidae	0,4	0,4	0,8		
Anthicidae	0,4	0,2	0,2		
Staphilinidae	0,2 ^{c,d}			0,7 ^c	0,8 ^d
Lucanidae			0,2		0,05
Cucujidae		0,2			
Dasciloidea					0,05
Coleoptera ind.			0,2	0,25	0,15
Formicidae	20 ^{a,b,c,d}	2,6 ^a	8,2 ^b	2,55 ^c	4,5 ^d
Apoidea	0,6	0,2	0,6	0,15	0,05
Icneumonidae		0,4		0,05	0,15
Calcidoidea	4 ^{a,b}	2,2 ^a	1,6 ^b	3,75	4,7
Braconidae	0,4	0,6	0,4		0,25
Ceraphronidae	0 ^{c,d}			0,4 ^c	0,55 ^d
Crisididae		0,2		0,1	
Himenoptera	0,4	0,6	0,4	0,2	0,3
Kalotermitidae	0 ^{c,d}			0,95 ^c	0,65 ^d
Tineoidea				0,05	0,05
Lepidoptera	1,2	1	1,2	0,05	0,3
Collembola	0 ^d			0,05 ^f	0,2 ^{d,f}
Araneae	0,6 ^d	0,4	0,4	1,2	1,65 ^d
Total	62	46,8	49,6	50,3	57,4
Depredadores	2,6 ^{c,d}	3,2	2,4	6,8 ^c	5,1 ^d
Parásitos	4,4 ^b	3,6	2,2 ^b	4,7	5,9
Detritívoros	6,8 ^d	6,8	7,6	9,55	11,9 ^d
Fitófagos	8 ^c	5,6	5,8	5,65 ^c	8,1
N° Taxones	31	37	32	44	44

comparaciones realizadas. Las capturas totales no presentan diferencias significativas entre los diferentes momentos de muestreo.

Los depredadores experimentan un incremento significado a los 19 días del tratamiento, los parásitos de artrópodos, un descenso de efectivos al momento inmediatamente posterior al tratamiento, con una recuperación en T+19 hasta niveles similares a T-1. Los fitófagos y detritívoros tienen una disminución y un incremento significativos respectivamente, a los diecinueve días de la aplicación.

Los taxones relevantes cuyos efectivos descienden significativamente al día siguiente del tratamiento son *Cicadellidae* (Homoptera), *Psicodidae* (Diptera), *Tenebrionidae* (Coleoptera), *Formicidae* y *Calcidoidea* (Himenoptera), y los que tienen un incremento significativo *Crisopidae* (Neuroptera). A los diecinueve días del tratamiento, los que tienen menor número de capturas que antes de la aplicación son, *Cicadellidae* (Homoptera), *Nitidulidae* (Coleoptera) y *Formicidae* (Himenoptera), y los taxones con un aumento significativo de capturas, son *Micetophilidae*, *Phoridae*, *Calliphoridae*, *Dolicopodidae*, *Tripetidae* (Diptera).

La composición cualitativa justo después de la aplicación se modifica en la banda protegida al compararla con la composición previa al tratamiento ($\chi^2=6.61$). En la banda tratada no llega a ser significativa esa modificación ($\chi^2=3.81$; hay diferencia significativa cuando el valor de $\chi^2>3.841$). Por lo demás, existe homogeneidad en la composición cualitativa de la banda protegida y la banda tratada en T+1 ($\chi^2=0.36$) y en T+19 ($\chi^2=0.78$).

DISCUSIÓN

Antes de afrontar la discusión de los resultados es necesario recalcar algunas puntualizaciones.

En primer lugar, no hay que olvidar que el muestreo se ha efectuado sobre individuos vivos, es decir, no conocemos directamente qué ha eliminado el insecticida, sabemos qué había antes y qué había después del tratamiento. Suponemos que la diferencia entre

ambos muestreos será atribuible a un efecto insecticida, pero este extremo no es del todo cierto, puesto que hay además otras variables ambientales y climáticas que tienen su repercusión y que no controlamos completamente. Por lo tanto lo más correcto será hablar de tendencia en relación a los resultados.

En segundo lugar, aunque los tratamientos en las dos zonas consideradas cada año (dimetoato y spinosad) son simultáneos y los olivares son homogéneos y muy semejantes entre sí, aún siendo sistemas muy simplificados (como es característico de los cultivos frente a ecosistemas naturales, GÓMEZ SAL 1993, FERNÁNDEZ y LEIVA, 2003), no deben compararse los resultados de las dos zonas entre sí pues cualquier pequeña variación en los microhábitats que rodean cada dispositivo de muestreo, puede tener una influencia en las capturas.

En tercer lugar, hay que considerar que los métodos de muestreo no abarcan a la totalidad de la comunidad de artrópodos (SOUTHWOOD, 1978), es decir, la entomocenosis es, seguro, más compleja de cómo se ha conocido a través de los métodos de muestreo empleados, por lo que algunos taxones sensibles no aparecen y otros no sensibles pueden aparecer en cantidades diferentes en su abundancia real, dando la apariencia de poblaciones menores. Es por ello que la valoración del impacto sobre los taxones se hace sobre aquellos con mayor presencia en las trampas.

Para la evaluación del impacto que producen los tratamientos insecticidas sobre la entomofauna de un cultivo, se valoran tanto los descensos de efectivos como los incrementos de capturas en cada nivel de análisis. La disminución estadísticamente significativa de capturas puede estar en relación con un efecto tóxico directo de la materia activa estudiada. Sin embargo el aumento de efectivos puede producir desconcierto a simple vista. VARELA y GONZÁLEZ (1999) explican el incremento de efectivos después de una aplicación insecticida por un comportamiento individual de búsqueda de espacios sin materia activa (como son las trampas) que tendrían

an determinadas especies. Pero en un tipo de tratamiento como el que nos ocupa, en el que tres cuartas partes de la superficie tratada no reciben directamente el insecticida, este argumento no puede ser invocado de manera única. También es factible entenderlo en términos ecológicos. Cuando una o varias especies disminuyen sensiblemente, inducen a perturbaciones en las poblaciones de otros taxones relacionados ecológicamente con aquellas, aunque no se vean afectados toxicológicamente por el tratamiento, como parece ocurrir con insecticidas selectivos, como es el caso del *Bacillus thuringiensis var. Kurstakii* (RUIZ y MONTIEL, 2005). Por ello, las diferencias significativas en las capturas tenidas entre antes y después del tratamiento pueden ser debidas directa o indirectamente al efecto del insecticida utilizado, tanto si se trata de disminución o incremento del número de individuos. El hecho es que se produce una diferencia estadísticamente significativa.

El transcurrir de los días después del tratamiento también puede ser causa de diferencias significativas en las capturas, por pérdida de efectividad del insecticida, como es el caso de los *Tripetidae*, familia de la plaga que se combatía (*Bactrocera oleae*) y que aumentan cuando disminuye el efecto del spinosad (DE LIÑÁN, 2004). Además, hay que tener en cuenta que la comunidad de artrópodos en su conjunto, va evolucionando en el tiempo, y tanto la composición cualitativa como la cuantitativa pueden ir variando de tal manera que se produzcan diferencias significativas entre un momento del año y otro (RUIZ y MONTIEL, 2000, 2001). Sin descartar esta circunstancia de manera definitiva, en nuestro caso creemos que la distancia temporal es pequeña como para introducir elementos de variación. No obstante, los resultados de comparar las capturas tenidas antes de las aplicaciones, con los tenidos a los trece o diecinueve días de la aplicación no pueden tener la misma consideración que la comparación entre T-0 y el día inmediatamente posterior al tratamiento. En la primera situación se reflejarán los efectos ecológicos del insecticida y otros indeterminados

relacionados con la propia sucesión de la comunidad de artrópodos, por lo que se tomarán con más cautela.

En 2003 la comunidad muestreada después del tratamiento sufre un fuerte descenso que se mantiene a las dos semanas de la aplicación. No hay diferencias cualitativas, por lo que puede decirse que la entomocenosis, siendo similar en cuanto a composición, sin embargo se ve empobrecida tras el tratamiento. Y esto se produce con las dos materias activas, spinosad y dimetoato. Estas diferencias no se encuentran al comparar las bandas tratadas (T) con las bandas protegidas (NT), aunque en este caso la cercanía de las superficies objeto de muestreo no descarta que la similitud de la entomofauna sea debida a la movilidad y dispersión de las especies (WYSS, 1996).

Sin embargo, en 2004 no hay variaciones significativas en el total de capturas, y la fracción de la comunidad muestreada no es cualitativamente diferente en la zona del dimetoato entre antes y después del tratamiento (en la banda NT). La entomocenosis no se ve empobrecida en la misma intensidad que en 2003. Este hecho puede ser achacable tanto a las diferencias climáticas entre cada año (el verano de 2003 fue excepcionalmente caluroso) como a que las zonas de muestreo han sido diferentes. Y aunque el tipo de olivar y su manejo es muy similar, existen diferencias en la composición de la entomofauna que hacen que la repercusión de los tratamientos sea ligeramente diferente. Este hecho se ha constatado ya para el dimetoato en olivar (RUIZ y MONTIEL, 2002).

Con respecto a los depredadores en 2003, en la zona tratada con spinosad hay una disminución significativa de efectivos en la banda protegida justo después del tratamiento. Esa tendencia se mantiene a los trece días de la aplicación. Estas disminuciones alcanzan a los *Crisopidae* (Neuroptera) y a *Dolichopodidae* (Diptera). En la zona tratada con dimetoato, la disminución es significativa en las dos bandas (tratada y protegida) tanto en T+0 como en T+13, y los taxones que más la sufren son *Sirphidae*, *Empididae* y *Dolichopodidae*, todos dípteros. Los taxones parási-

tos de artrópodos sufren una disminución significativa en las dos zonas desde el primer momento. Hay mayor número de taxones parásitos con disminución significativa en la zona del spinosad que en la zona del dimetoato. Considerando los taxones más relevantes (en cuanto a frecuencias relativas), la zona tratada con dimetoato presenta mayor número de taxones con diferencias significativas, no solamente tras la aplicación, sino a lo largo de las dos semanas posteriores. En la zona tratada con el spinosad y para algunos taxones, parece haber un efecto retardado: no hay diferencias tras la aplicación, pero sí un distanciamiento que se traduce en alteración significativa a las dos semanas.

En 2004 la tendencia es inversa. Los depredadores experimentan un incremento en ambas zonas. Los parásitos en su conjunto no se ven afectados significativamente en la zona del spinosad. Hay que señalar que a los diecinueve días de la aplicación hay un mayor número de taxones con un incremento significativo de efectivos tanto en la zona de spinosad como en la de dimetoato, tal vez a causa de la pérdida de efectividad de los insecticidas (DE LIÑÁN, 2004).

Hay mucha similitud en el impacto que parecen producir los tratamientos aéreos cebo de spinosad y dimetoato. Además, hay una proporción de taxones con diferencias significativas similar en la zona de spinosad y en la de dimetoato, tanto para 2003 como para 2004. Sin embargo, las escasas capturas en comparación con otros momentos del año (RUIZ y MONTIEL, 2000 y 2001) hace que muchas diferencias con significación estadística se sustenten en un número pequeño de individuos, cuya fluctuación puede deberse a tratamiento insecticida o a cualquier otro factor ambiental. Es por ello que no puede decirse de manera categórica que el spinosad tiene el mismo efecto toxicológico en el cultivo que el dimetoato, aunque la bibliografía consultada apunta a que efectivamente, el grado de toxicidad del spinosad es elevado para algunas especies.

Parece ser que dicho grado de toxicidad puede estar en un nivel intermedio, entre los

reguladores de crecimiento (como el indoxacarb) y el *Bacillus thuringiensis* y otros insecticidas organofosforados y piretroides. STERK *et al.* (2002), lo sitúan en una escala de 1 a 4 promovida por la OILB (1= <25% mortalidad del enemigo natural considerado; 2= 25-50%; 3= 51-75% y 4= >75% de mortalidad) entre 1 y 3 dependiendo de las especies consideradas.

WILLIAMS *et al.* (2003) realizan una revisión de estudios y ensayos sobre la toxicidad de este insecticida sobre depredadores y parásitos, y llegan a la conclusión que el comportamiento del spinosad es muy diferente dependiendo del grupo trófico considerado. Con respecto a los depredadores, sobre 27 especies y 162 estudios, el 71% de los experimentos de laboratorio y el 79% de los de campo catalogan esta materia activa en la categoría 1 de la OILB. Frente a los parásitos, con 25 especies y 66 estudios revisados, concluyen que en el 78% de los estudios de laboratorio y el 86% de los estudios de campo, el spinosad presenta un nivel de toxicidad entre 3 y 4.

En trabajos posteriores a esta revisión o que no se encuentran en la misma, los resultados apuntan en la misma dirección: toxicidad alta o muy alta frente a diversos parásitos (HASEEB *et al.*, 2004; PENAGOS *et al.*, 2005; WILLIAMS III *et al.*, 2003; WILLIAMS III y PRICE, 2004; XU *et al.*, 2004; ZUAZÚA *et al.*, 2000, 2003) y baja toxicidad frente a algunos depredadores, especialmente coccinélidos (GALVAN *et al.*, 2005; MICHAUD 2003; MUSSER y SHELTON, 2003; TOEWS y SUBRAMANYAN, 2004).

En nuestro trabajo, los resultados apuntan en parte en esta dirección teniendo en cuenta los descensos significativos de uno de los principales grupos de parásitos, *Chalcidoidea*, tanto en tratamientos de spinosad como en los de dimetoato.

CONCLUSIONES

Después de la aplicación de spinosad en tratamientos cebo aéreos contra la generación otoñal de la Mosca del olivo (*Bactrocera oleae*), se aprecia una modificación en la

composición cuantitativa de la comunidad de artrópodos muestreada. Esta alteración también se observa en parcelas tratadas con dimetoato.

Al comparar la tendencia de la parcela tratada con spinosad, con la tendencia de la parcela tratada con dimetoato, no pueden establecerse conclusiones definitivas porque los dos años se han comportado de manera diferente y porque las capturas exiguas de muchos taxones impiden afirmar con rotundidad que los descensos se deban al efecto de los insecticidas y no a cualquier otro efecto ambiental. En cualquier caso, se constata que el spinosad produce perturbaciones en la comunidad de artrópodos del olivo.

Respecto de la entomofauna auxiliar, los resultados obtenidos ponen de manifiesto que el tratamiento cebo aéreo con spinosad

afecta menos a taxones depredadores, que a taxones parásitos, coincidiendo con la bibliografía consultada.

Puesto que muchos taxones han tenido una abundancia muy reducida, se recomienda llevar a cabo estudios de impacto en otros momentos del año de mayor densidad, para dilucidar mejor cual es el alcance del impacto sobre la entomofauna.

AGRADECIMIENTOS

La empresa Dow Chemical, fabricante del Spintor® Cebo, costeó los tratamientos con spinosad en las localidades de estudio, supervisando la correcta aplicación del insecticida. Los técnicos de ATRIA, Francisco Javier Díaz Roldán, en Martos, y Salvador Pancorbo López, en Torredelcampo, ayudaron a localizar las parcelas de muestreo.

ABSTRACT

RUIZ TORRES M., A. MONTIEL BUENO. 2007. Effect of aerial bait treatments with spinosad against olive fruit fly (*Bactrocera oleae*) on olive orchard arthropods community in Jaén province (Spain). *Bol. San. Veg. Plagas*, **33**: 267-284.

In autumn of 2003 and 2004 are treated four areas against olive fruit fly (*Bactrocera oleae*), with spinosad and dimetoate, in aerial bait applications. To know impact on arthropods community of olive orchards, we placed pit-falls traps, yellow sticky traps and blue sticky traps in olive tree. There was two bands: treated band and protected band together. Traps placed in T-0 (before treatment), in T+0 (after treatment) and T+13 (thirteen days after treatment) in 2003 and T+19 (nineteen days after treatment) in 2004.

In spinosad treatise area, there are decline in depredators species and some parasite species. Spinosad treatise area trends compared with dimetoate treatise area trends, there are not definitive conclusions because two years have different tendencies. Moreover there was few insects captured in traps in much species, and this can be by insecticide effect or by other environment factors. Spinosad aerial bait treatments produced disturbance in olive orchards arthropods community.

Key words: *Bactrocera oleae*, spinosad, dimetoate, disturbance, depredators and parasites species.

REFERENCIAS

- ALVARADO, M., CIVANTOS, M. y J. M. DURÁN. 2004. Plagas, en *El Cultivo del Olivo*. Editores Científicos: D. Barranco, R. Fernández-Escobar y L. Rallo. Editorial Mundi-Prensa, pp 483-556.
- BUDÍA, F., A. ADÁN, P. MEDINA y E. VIÑUELA. 2000. Efectos secundarios de tres modernos plaguicidas por contacto residual en laboratorio sobre adultos de *Podisus maculiventris* (Say) (Hemiptera: Pentatomidae). *Bol. San. Veg. Plagas*, Vol. **26**(4): 527-536.
- BURNS, R. E., D. L. HARRIS, D. S. MORENO y J. E. EGER. (2001). Efficacy of Spinosad baits sprays to control Mediterranean and Caribbean fruit flies (Diptera: Tephritidae) in comercial citrus in Florida. *Florida Entomologist*, **84** (4): 672-678.
- CABALLERO, J. A. 2001. Control de plagas y enfermedades del olivar ecológico en la Comarca de Los

- Pedroches. En *La práctica de la agricultura y ganadería ecológicas*. Comité Andaluz de Agricultura Ecológica. pp 259-265.
- CISNEROS, J., D. GOULSON, L.C. DERWENT, D. I. PENAGOS, O. HERNANDEZ y T. WILLIAMS. 2002. Toxic effects of spinosad on predatory insects. *Biological Control*, **23**: 156-163.
- COLLIER, T. R. y VAN STEENWYK, R. A. 2003. Prospects for integrated control of olivefruit fly are promising in California. *California Agriculture*, Vol. **57** (1): 28-31.
- CHERIX, D. y BOURNE, I. (1980). A field study on a super-colony of the red wood ant (Formica Ingubris) in relation to other predatory arthropodes. *Rev. Suisse Zool.*, **4**: 955-973.
- DE LIÑÁN, C. 2004. *Vademecum de productos fitosanitarios y nutricionales 2005*. Ediciones Aerotécnicas, S.L. Madrid.
- ELZEN, G. W. 2001. Lethal and sublethal effects of insecticida residues on *Orius insidiosus* (Hemiptera: Anthocoridae) and *Geocoris punctipes* (Hemiptera: Lygaeidae). *J. Econ. Entomol.*, **94**(1): 55-59.
- ESCOLANO, M. A. 2001. *Evaluación del impacto ambiental de los tratamientos químicos aéreos realizados contra Bactrocera oleae sobre una zona de olivar en Tarragona. Efecto secundario sobre la entomofauna asociada*. Informe inédito. Servicio de Protección de los Vegetales. Departamento de Agricultura, Ganadería y Pesca. Generalitat de Cataluña.
- FERNÁNDEZ ALÉS, R. y LEIVA MORALES, M^a. J. (2003). *Ecología para la Agricultura*. Ediciones Mundiprensa. Madrid.
- FERRÁN ARANAZ, M. 1996. *SPSS para Windows. Programación y análisis estadístico*. McGraw-Hill. Madrid.
- GALVAN, T. L., R. L., R. L. KOCH y W. D. HUTCHINSON. 2005. Toxicity of commonly used insecticides in sweet corn and soybean to multicoloured Asian Lady Beetle (Coleoptera: Coccinellidae). *J. Econ. Entomol.*, **98**(3): 780-789.
- GÓMEZ SAL, A. 1993. Ecología de los sistemas agrarios. *Ecosistemas*, **7**: 10-15.
- GONZÁLEZ MOLINÉ, A. 1987. *Dinámica temporal de la artrópodoceosis en un bosque caducifolio de Sierra Nevada*. Memoria de Licenciatura Facultad Ciencias. Universidad de Granada.
- HASELB, M., T-X LIU y W. A. JONES. 2004. Effects of selected insecticides on *Cotesia plutellae*, endoparasitoid of *Plutella xylostella*. *Biocontrol*, **49**: 33-46.
- HILL, T. A. y R. E. FOSTER. 2000. Effect of insecticides on the diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae) and its parasitoid *Diadegma insulare* (Hymenoptera: Ichneumonidae). *J. Econ. Entomol.*, **93**(3): 763-768.
- LUDWIG, S. y R. OETTING. 2001. Effect of spinosad on *Orius insidiosus* (Hemiptera: Anthocoridae) when used for *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae) control on greenhouse pot chrysanthemus. *Florida Entomologist*, **84**(2): 311-313.
- MAGURRAN, A. 1989. *Diversidad ecológica y su medición*. Ed. Vedral. Barcelona. 200 pp.
- MENDEZ, W. A., J. VALLE, J. IBARRA, J. CISNEROS, D. I. PENAGOS y T. WILLIAMS. 2002. Spinosad and nucleopolyhedrovirus mixtures for control of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) in maize. *Biological Control*, **25**: 195-206.
- MICHAUD, J. P. 2003. Toxicity of fruit fly baits to beneficial insects in citrus. *Journal of Insect Sciences*, **3**(8): 1-9.
- MUSSER, F. R. y A. M. SHELTON. 2003. Bt sweet corn and selective insecticides: Impacts on pests and predators. *J. Econ. Entomol.*, **96**(1): 71-80.
- NOWAK, J. T., K. W. MCCRAVY, C. J. FETTIG y C. W. BERISFORD. 2001. Susceptibility of adult Hymenopteran parasitoids of the Nantucket Pine tip Moth (Lepidoptera: Tortricidae) to broad-spectrum and biorational insecticides in a laboratory study. *J. Econ. Entomol.*, **94**(5): 1122-1129.
- OMRI. 2002. *Spinosad. Crops*. In: National Organic Standards Board Technical Advisory Panel Review.
- PENAGOS, D. I., J. CISNEROS, O. HERNÁNDEZ y T. WILLIAMS. 2005. Lethal and Sublethal effects of the naturally derived insecticide spinosad on parasitoids of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). *Biocontrol Science and Technology*, **15**(1): 81-95.
- RUIZ TORRES, M., MADUEÑO, C. y MONTIEL BUENO, A. 2004. Efectividad de tratamientos cebo terrestres con Spinosad e Imidacloprid contra la Mosca del Olivo (*Bactrocera oleae*, Gmel.). Resultados preliminares *Bol. San. Veg. Plagas*, Vol. **30**: 415-425.
- RUIZ TORRES, M. y MONTIEL BUENO, A. 2000. Introducción al conocimiento de la entomofauna del olivar en la provincia de Jaén. Aspectos cualitativos (I). *Bol. San. Veg. Plagas*, Vol. **26** (1):129-148.
- RUIZ TORRES, M. y MONTIEL BUENO, A. 2001. Introducción al conocimiento de la entomofauna del olivar en la provincia de Jaén. Aspectos cuantitativos (II). *Bol. San. Veg. Plagas*, Vol. **27**: 531-560.
- RUIZ TORRES, M. y MONTIEL BUENO, A. 2002. Efectos del dimetoato usado en aplicaciones terrestres y aéreas sobre la entomofauna de olivar en la provincia de Jaén. *Bol. San. Veg. Plagas*, Vol. **28** (4): 525-560.
- RUIZ TORRES, M. y MONTIEL BUENO, A. 2005. Efectos de las aplicaciones de *Bacillus thuringiensis* var. *Kurstaki* sobre la entomofauna del olivar en la provincia de Jaén. *Bol. San. Veg. Plagas*, Vol. **31**(1): 89-110.
- RUIZ TORRES, M. y MUÑOZ-COBO ROSALES, J. 1997. *Efectos de insecticidas en la entomofauna del olivar*. VIII Psimposium Científico-Técnico del Olivar. EXPOLIVA 97.
- SCHNEIDER, M. I., F. BUDIA, A. GOBBI, A. M. M. DE REMES LENICOV y E. VIÑUELA. 2000. Toxicidad tóxica del Tubefenocida, Spinosad y Azadiractina sobre pupas del parasitoido *Hyposoter didymator* (Thunberg, 1822). *Bol. San. Veg. Plagas*, Vol. **26**(4): 475-482.
- SCHNEIDER, M. I., G. SMAGGHE, A. GOBBI y E. VIÑUELA (2003). Toxicity and pharmacokinetics of insect growth regulators and other novel insecticides on pupae of *Hyposoter didymator* (Hymenoptera: Ichneumonidae), a parasitoid of early larval instars of Lepidopteran pests. *J. Econ. Entomol.*, **96**(4): 1054-1065.
- STARK, J.D., R. VARGAS y N. MILLER. 2004. Toxicity of spinosad protein bait to three economically important tephritid fruit fly species (Diptera: Tephritidae) and their parasitoids (Hymenoptera: Braconidae). *J. Econ. Entomol.*, **97**(3): 911-915.

- STERK, G., HEUTS, F., MERCK, N. y J. BOCK. 2002. Sensitivity of non-target arthropods and beneficial fungal species to chemical and biological plant protection products: results of laboratory and semi-field trials. *1^o International Symposium on Biological Control of Arthropods*, 306-313.
- SOUTHWOOD, T. R. E. 1978. *Ecological methods*. Chapman and Hall. Londres.
- SUH, C.P., D.B. ORR y J.W. VAN DUYN. 2000. Effect of insecticidas on *Trichogramma exiguum* (Trichogrammatidae: Hymenoptera) preimaginal development and adult survival. *J. Econ. Entomol.*, **93**(3): 577-583.
- THOMPSON, G. D., S.H. HUTCHINS y T. C. SPARK. 1999. Development of Spinosad and Attributes of a New Class of Insect Control Products. In: *E.B. Radcliffe and W.D. Hutchinson [eds.], Radcliffe's IPM World Textbook*. URL: <http://ipmworld.umn.edu>, University of Minnesota, St. Paul, M.N.
- TILLMAN, P. G. y J. E. MULROONEY. 2000. Effect of selected insecticides on the natural enemies *Coleomegilla maculata* and *Hippodamia convergens* (Coleoptera: Coccinellidae), *Geocoris punctipes* (Hemiptera: Lygaeidae), and *Bracon mellitor*, *Cardiochiles nigriceps* and *Cotesia marginiventris* (Hymenoptera: Braconidae) in Cotton. *J. Econ. Entomol.*, **93**(6): 1638-1643.
- TOEWS, M.D. y B. SUBRAMANYAN. 2004. Survival of stored-product insect natural enemies in spinosad treated wheat. *J. Econ. Entomol.*, **97**(3): 1174-1180.
- TORRELL, A., ROJO, M., DUATIS, J. J., PEDRET, E. 1997. Nueva técnica para el control de la mosca del olivo por medios aéreos en la zona olivarera del Baix Ebre y Montsià (Tarragona). *Phytoma España*, n^o **92**: 46-57.
- VARELA, J. L. y GONZÁLEZ, R. (1999). Bases metodológicas para la evaluación del impacto ocasionado por las aplicaciones insecticidas sobre los enemigos naturales de las plagas del olivo. *Phytoma España*, n^o **92**: 46-57.
- VARGAS, R. I., S. L. PECK, G. T. MCQUATE, C. G. JACKSON, J. D. STARK y J. W. ARMSTRONG. 2001. Potential for areawide integrated management of Mediterranean Fruit Fly (Diptera: Tephritidae) with a Braconid parasitoid and a novel bait spray. *J. Econ. Entomol.*, **94**(4): 817-825.
- VIÑUELA, E. 1996. Ecología de los artrópodos útiles. *Agricultura ecológica y desarrollo rural. II Congreso de la Sociedad Española de Agricultura Ecológica*, 173-190.
- WILLIAMS, T., J. VALLE y E. VIÑUELA. 2003. Is the naturally derived insecticide spinosad compatible with insect natural enemies? *Biocontrol Science and Technology*, Vol. **13**(5): 459-475.
- WILLIAMS III, L. y L. D. PRICE. 2004. A space-efficient contact toxicity bioassay for minute Hymenoptera, used to test the effects of novel and conventional insecticides on the egg parasitoids *Anaphes iole* and *Trichogramma pretiosum*. *Biocontrol*, **49**: 163-185.
- WILLIAMS III, L., L. D. PRICE y V. MANRIQUE. 2003. Toxicity of field-weathered insecticides residues to *Anaphes iole* (Hymenoptera: Mymaridae), an egg parasitoid of *Lygus lineolaris* (Heteroptera: Miridae) and implications for inundative biological control in cotton. *Biological Control*, **26**: 217-223.
- WYSS, E. 1996. The effects of artificial weed strips on diversity and abundance of the arthropod fauna in a Swiss experimental apple orchard. *Agricultural, Environment and Ecosystems*, Vol. **60**: 47-59.
- XU, Y-Y, T-X LIU, G.L. LEBEE y W. A. JONES. 2004. Effects of selected insecticides on *Diadegma insulare* (Hymenoptera: Ichneumonidae), a parasitoid of *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae). *Biocontrol Science and Technology*, **14**(7): 713-723.
- ZUAZÚA, F., J. ARAYA y M^a.A. GUERRERO (2000). Efecto de varios insecticidas en la longevidad del parasitoides *Aphidius ervi* (Hymenoptera: Aphidiidae). *Investigación Agrícola*, Vol. **20**.
- ZUAZÚA, F., J. ARAYA y M^a.A. GUERRERO. (2003). Efectos letales de insecticidas sobre *Aphidius ervi* Haliday (Hymenoptera: Aphidiidae), parasitoides de *Acyrtosiphon pisum* Harris (Homoptera: Aphididae). *Bol. San. Veg. Plagas*, Vol. **29**(2): 299-308.

(Recepción: 13 diciembre 2006)

(Aceptación: 27 diciembre 2006)

Effect of gamma radiation against the Mediterranean fruit fly *Ceratitis capitata* (Diptera:Tephritidae) in guava fruits

H. O. S DÓRIA, N. M. M. S. ALBERGARIA, V. ARTHUR, S. A. DE BORTOLI

Fruit flies of the family Tephritidae are considered the most important insects pest risk carried by exported fruits worldwide. Because reports have show that guavas are important host of the pest, quarantine treatments must be developed if it's to exported to countries which impose quarantine restrictions on Mediterranean fruit fly infestable commodities. Ionizing radiation is one alternative method of quarantine treatment. This work was carried out to study the effect of different doses of gamma radiation against eggs and larvae of *Ceratitis capitata* in guavas of "Pedro Sato" cultivar. Guavas artificially infested with eggs and larvae were exposed to ionizing gamma radiation at the following doses: 0 (control), 50, 100 and 150 Gy for eggs and 0 (control), 50, 100, 150, 200 and 250 Gy for first and third instar larvae, at the dose rate of 352 Gy per hour. After irradiation fruits were put in plastic pots in a room at $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ and $70\pm 5\%$ RH. Pupae obtained were sieved out and kept in small glass tubes. All doses tested did not allow emergence of adults in both treatments (eggs and larvae).

H. O. S. DÓRIA. PG Student, Universidade de São Paulo, Department of Entomology, Av. Bandeirantes, 3900, 14040-901, Ribeirão Preto-SP, Brazil. hosd75@terra.com.br

N. M. M. ALBERGARIA. PG Student, Universidade Estadual Paulista, Department of Entomology, Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane, s/n, 14884-900, Jaboticabal-SP, Brazil. nmendes@terra.com.br

V. ARTHUR. Professor, Centro de Energia Nuclear, Department of Radioentomology, Av. Centenário, 13400-970, Piracicaba-SP, Brazil. arthur@cena.usp.br

S. A. DE BORTOLI. Professor, Universidade Estadual Paulista, Department of Entomology, Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane, s/n, 14884-900, Jaboticabal-SP, Brazil. bortoli@fcav.unesp.br

Key words: Quarantine treatment, irradiation, fruit fly, *Psidium guajava*.

INTRODUCTION

Guava, *Psidium guajava* L., is a host for many Tephritidae fruit fly species, including, *Anastrepha fraterculus*, *A. obliqua* and *Ceratitis capitata*, consequently, Brazilian guavas are excluded from potential markets outside. Fruit flies of the family Tephritidae are considered the most important insects pest risk carried by exported fruits. Fruits suspected of harboring fruit fly eggs and larvae must be treated to control virtually 100% of any tephritids present. The goal of plant quarantine in

this context is to prevent the fruit fly species from establishing in an area which it does not occur.

Alternative quarantine treatments for fresh fruits are needed because fumigants are being lost due health and environmental problems. These alternatives should be more environmentally friendly and less harmful to users and consumers. Ionizing radiation is one quarantine treatment alternative method and has provided an acceptable quarantine treatment for grapefruits and mangoes infested with fruit fly eggs and larvae. Ionizing

radiation has distinct advantages as a quarantine treatment, such as application to products that are already packed, low damage incidence to many agricultural commodities, don't let residue, and speed of treatment.

Considering these facts, this work was carried out to study the effect of different gamma radiation doses against eggs and larvae of *C. capitata* in guavas 'Pedro Sato' variety.

MATERIAL AND METHODS

The experiments were done in the Laboratory of Biology and Rearing Insects at FACV/UNESP, Jaboticabal, São Paulo, Brazil. For carried out this trial, *C. capitata* pupae were brought from the Radioentomology Laboratory of CENA, USP, Piracicaba, São Paulo, Brazil. About 15000 pupae were placed in a cage (1.0 X 0.5 X 0.5m) for adult emergence. Four days after emergence, it was observed that females were laying eggs, then 'Pedro Sato' guavas (mature-green stage) collected in Val Popas' Farm, Vista Alegre do Alto, SP, Brazil, after selection and standardization, were placed into the cage for 48 hours to obtain infestation with eggs. After that, the fruits were removed from the cage randomized and divided in 4 lots. One lot randomly selected from the total (120 fruits) and held as untreated control was used to determine the infestation level (number of larval surviving in the fruit). Since the number of insects cannot be measured directly, this value was estimated from the number recovered in the untreated (control) lot. The others lots were exposed to ionizing gamma radiation at the following doses: 50, 100 and 150 Gy.

A group of 360 fruits were separated to develop the tests with larvae. In this experiments 180 fruits were artificially infested with 20 *C. capitata* young larvae (1st and 2nd instars) and 180 fruits with 20 old larvae (3rd instar). To develop these trials, the fruits were perforate and the larvae were placed inside each fruit, after that the fruits were covered and exposed to ionizing gamma

radiation at the following doses: 50, 100, 150, 200 and 250 Gy. One lot of untreated fruits was held as control. Irradiations were performed at CENA/USP, Piracicaba, São Paulo, Brazil, in a Gammabeam-650 irradiator, containing Cobalt⁶⁰, at the dose rate of 352 Gy per hour.

Untreated and treated fruits were placed individually in pots with vermiculite in a room at $25 \pm 1^\circ\text{C}$ and $75 \pm 10\%$ RH. It was used 30 replications for each dose. The treatment efficiency was evaluated 15 days after, by the number of pupae recovered from each treatment which were held under optimum conditions (in moist vermiculite at 25°C) for adult emergence.

RESULTS AND DISCUSSION

Evaluation of the efficacy of a treatment involving ionizing radiation is based on prevention of adult emergence (OHTA *et al.*, 1985, ARTHUR, 1998, COSTA & ARTHUR, 2002). This differs from heat, cold or fumigation because these treatments generally kill the stage of the insect treated in situ and efficacy of the treatment is based on prevention of larval pupation (BAKER, 1939). With irradiation, some mortality will occur at the stage treated but many larvae will crawl out and pupate; therefore, the actual efficacy of the treatment must be based on adult emergence.

Mortality of immatures was calculated from actual recovery pupae formed compared to the number projected to have been present, based on the control population. We could observe that egg mortality increased with the dose, but for young (1st and 2nd) and old larvae (3rd) the mortality was variable (Table 1). BUSTOS *et al.* (1992) irradiated $\approx 100\ 000$ Mexican fruit fly third instar in mangoes, *Mangifera indica* L., to 100 Gy and obtained no adult emergence, while adult emergence in the unirradiated control was 84%.

Table 2 presents the gamma radiation exposure required to prevent pupation. Dosages required to prevent 50% (LD₅₀) of

Table 1. Effects of ionizing radiation on mortality of immature stages of Mediterranean fruit flies in guavas.

Dose (Gy)	N° Insects Treated			Insects Killed			% Mortality		
	Eggs	L ₁₋₂	L ₃	Eggs	L ₁₋₂	L ₃	Eggs	L ₁₋₂	L ₃
50	2580	600	600	2010	270	330	78,3	44,8	53,2
100	2580	600	600	2250	180	360	87,3	28,2	60,5
150	2580	600	600	2370	420	480	92,4	70,2	79,2
200	-	600	600	-	330	390	-	55,2	64,2
250	-	600	600	-	420	450	-	71,5	75,5

Table 2. Gamma radiation required to prevent pupation of different fruit fly satges treated in guava fruits.

Stages	LD ₅₀	LD ₉₀	X ²
Egg	12.8	425.5	0.0165
L1-L2	33.5	1643	1.2897
L3	103.2	1862	5.5426

pupation for eggs, young (1st and 2nd) and old larvae (3rd) were, 12.8, 33.5 and 103.5 Gy, respectively. The LD₉₀ obtained for both larval stage were very high.

Studies on irradiation of mixed age larvae of *Anastrepha suspensa* (Loew) in grapefruit made by BURDITT *et al.* (1981) showed that although 300 Gy was required to prevent pupation, 100 Gy prevented emergence of adults. In our study the doses tested didn't prevent the total pupation but since 50 Gy there wasn't adult emergence. The irradiation action mode for quarantine against fruit flies is unique when compared with traditio-

nal chemical treatments. Quarantine security can be achieved even though live larvae capable of pupation may be present in the fruit after treatment. In this first work Probit 9 analysis could not be done because the variation in the data didn't fit the model. However the data reported here show that doses higher than 250 Gy are required to prevent larvae pupation. In further studies it's necessary to test doses below 50 GY and above 250Gy, to get more data to develop Probit 9 analysis. No damage occurred in 'Pedro Sato' guavas at the levels of irradiation between 50 and 250 Gy.

RESUMEN

DÓRIA H. O. S., N. M. M. ALBERGARIA, V. ARTHUR, S. A. DE BORTOLI. 2007. El efecto de la radiación gamma contra la mosca de fruta del mediterráneo *Ceratitis capitata* (Diptera:Tephritidae) en las frutas de guayaba. *Bol. Veg. Plagas*, 33: 285-288.

Las moscas de la fruta de la familia Tephritidae son consideradas el riesgo de plaga de insectos más importante llevado por fruta exportada por todo el mundo. Debido a que los informes demuestran que las guayabas son huéspedes importantes de la plaga, los tratamientos de cuarentena deben desarrollarse si van a exportarse a países que imponen las restricciones de cuarentena ante materias infestables de la mosca de fruta mediterránea. La radiación de ionización es un método alternativo de tratamiento de cuarentena. Este trabajo fue realizado para estudiar el efecto de diversas dosis de la radiación gamma contra los huevos y las larvas de *Ceratitis capitata* en guayabas de la variedad "Pedro Sato". Las guayabas artificialmente infestadas con huevos y larvas fueron expuestas a la ionización radiación gamma en las dosis siguientes : 0 (control), 50, 100 y 150 Gy para los huevos y 0 (control), 50, 100, 150, 200 y 250 Gy para larvas de primer y tercer instar, a dosis de 352 Gy por hora. Después de la irradiación las frutas se pusieron en pots plásti-

co en una cámara a $25\pm 1^\circ\text{C}$ y $70\pm 5\%$ RH. Las crisálidas obtenidas se tamizaron y mantuvieron en pequeños tubos de cristal. Ninguna de las dosis ensayadas permitió la emergencia de adultos en ambos tratamientos (los huevos y larvas).

Palabras clave: Tratamiento de cuarentena, irradiación, mosca de fruta, *Psidium guajava*.

RESUMO

DÓRIA H. O. S., N. M. M. ALBERGARIA, V. ARTHUR, S. A. DE BORTOLI. 2007. Efeito da radiação gama contra a mosca-das-frutas do mediterrâneo *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) em frutas de goiaba. *Bol. Veg. Plagas*, 33: 285-288.

Moscas-das-frutas da família Tephritidae são consideradas os insetos mais importantes peste de risco levados por frutas exportadas mundialmente. Muitos trabalhos têm mostrado que as goiabas são importantes hospedeiros dessa peste, e tratamentos quarentenários devem ser desenvolvidos para que os frutos possam ser exportados a países que impõem restrições de quarentenárias para frutos infestados com mosca-das-frutas. A radiação ionizante é um método alternativo de tratamento quarentenário. Este trabalho teve como objetivo estudar o efeito de diferentes doses de radiação de gama contra ovos e larvas de *C. capitata* em goiabas do cultivar "Pedro Sato". Foram expostas goiabas artificialmente infestadas com ovos e larvas a radiação ionizante de uma fonte de Cobalto-60, nas seguintes doses: 0 (controle), 50, 100 e 150 Gy para ovos e 0 (controle), 50, 100, 150, 200 e 250 Gy para larvas de primeiro e terceiro de instar, à uma taxa de dose de 352 Gy por hora. Após irradiação as frutas foram colocadas em potes de plástico em uma câmara climática a $25\pm 1^\circ\text{C}$ e $70\pm 5\%$ RH. As pupas obtidas foram peneiradas e colocadas em pequenos tubos de vidro onde aguardou-se a emergência dos adultos. Todas as doses testadas não permitiram aparecimento de adultos em ambos os tratamentos (ovos e larvas).

Palavras chave: Tratamento quarentenário, irradiação, moscas das frutas, *Psidium guajava*.

REFERENCES

- ARTHUR, V. 1998. Uma visão crítica do uso de radiações gama como processo quarentenário para moscas-das-frutas. Tese de Livre Docente, CENA/USP, Piracicaba, SP, 63p.
- BAKER, A. C. 1939. The basis for treatment of products where fruits flies are involved as a condition for entry into the United States, USDA Circ. nº 551, 7p.
- BURDITT, JR., A. K. MOSHONAS, M. G., HATTON, T. T., SPALDING, D. H., VON WINDEGUTH, D. L., SHAW, P. E. 1981. Low dose irradiation as a treatment for grapefruit and mangoes infested with Caribbean fruit fly larvae. Agricultural Research result. ARR_S10, SR, ARS, USDA, New Orleans, p.1-9.
- BUSTOS, M. E., ENKERLIN, W. TOLEDO, J., REYES, J., CASIMIRO, A. 1992. Irradiation of mangoes as a quarantine treatment. In: Use of Irradiation as a Quarantine Treatment of Food and Agricultural Commodities. International Atomic Energy Agency, Vienna, p. 77-90.
- COSTA, N. & ARTHUR, V. 2002. Use of gamma radiation as a quarantine treatment against *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) infesting citrus. *Proceedings of 6th Fruit Fly Symposium* 6-10 May 2002, Stellenbosch, South Africa, pp. 233-236.
- OHTA, A. T., KANESHIRO, K. Y., KURIHARA, J. S., KANEGAWA, K. M., NAGAMINE, L. R. 1985. Is the probit 9 security level appropriate for disinfestations using gamma-radiation? In: Moy, J. H. (Ed.) Radiation Disinfestation of Food and Agricultural Products. University of Hawaii at Manoa, Honolulu, p. 111-115.

(Recepción: 9 enero 2007)
(Aceptación: 9 abril 2007)

Ensayo *in vitro* de fungicidas frente a *Exserohilum turcicum*, agente causal del tizón norteño del maíz, en Asturias

A. J. GONZÁLEZ, G. GONZÁLEZ-VARELA

Desde 2002 se ha venido observando un aumento en la incidencia de la enfermedad denominada tizón norteño, producida por el hongo *Exserohilum turcicum*, en los cultivos de maíz de Asturias. Para conocer la sensibilidad a fungicidas y así poder evaluar la utilidad de la terapia química en el control de esta enfermedad se realizó un ensayo *in vitro* con siete productos fitosanitarios (clortalonil 75%, azoxistrobin 25%, carbendazima 50%, epoxiconazol 12,5% y la mezclas de flusilazol 0,5% y carbendazima 1%, flutriafol 9,4% y carbendazima 20% y ciproconazol 16% y carbendazima 30%) frente a tres aislamientos locales del hongo. El producto fitosanitario que mostró mayor eficacia en el control del crecimiento del hongo *in vitro* fue la mezcla de flusilazol y carbendazima, seguido del epoxiconazol y de las mezclas de flutriafol y ciproconazol ambos con carbendazima.

ANA J. GONZÁLEZ, G. GONZÁLEZ-VARELA. Laboratorio de Fitopatología. Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (SERIDA), carretera de Oviedo s/n, 33300 Villaviciosa, Asturias. e-mail: anagf@serida.org.

Palabras clave: *Zea mays*, eficacia, fitosanitarios, hongo.

INTRODUCCIÓN

El tizón norteño del maíz (en Asturias conocido como “niebla”) es una enfermedad foliar producida por el hongo *Exserohilum turcicum* (Pass.) K. J. Leonard & E. G. Suggs (teleomorfo: *Setosphaeria turcica* (Luttrell) K. J. Leonard & E. G. Suggs). Este hongo también se ha denominado *Helminthosporium turcicum*.

Esta enfermedad está extendida por todo el mundo y afecta principalmente a cultivos en zonas con alta humedad y temperaturas moderadas. Los síntomas consisten en manchas en las hojas que pueden coalescer transformándose en zonas necróticas con forma de huso. La enfermedad afecta a plantas adultas y puede llegar a producir el secado de todo el follaje.

En Asturias se observó una alta incidencia de esta enfermedad a partir del año 2002

(SANTAMARINA *et al.*, 2004) afectando a parcelas de la zona occidental de la Comunidad produciendo pérdidas importantes. Por otra parte, la enfermedad era conocida entre los cultivadores pero no había causado, hasta ese momento, graves daños. El perjuicio causado por la infección del hongo no sólo se refleja en la producción sino que, al secar el follaje, afecta a la ensilabilidad del maíz (PELÁEZ, 2005). Durante los años 2005 y 2006 la incidencia ha sido menor, posiblemente debido a las condiciones climatológicas más adversas para el desarrollo de la enfermedad.

La superficie dedicada al cultivo del maíz durante el año 2004 en Asturias fue de 1.000 ha para grano y 8.500 ha de maíz forrajero (ANÓNIMO, 2006).

A pesar de que no se realizan habitualmente tratamientos fungicidas al maíz en



Figura 1. Daños producidos por el hongo *E. turcicum* a) en campo y b) en planta (La fotografía de campo es cortesía de D. Rafael Peláez).

Asturias y debido a los importantes daños producidos por el hongo, se planteó estudiar la eficacia de distintos tratamientos fungicidas *in vitro* con vistas a tener una pauta terapéutica química como opción ante la gravedad de la situación. La Sección de Sanidad Vegetal del Principado de Asturias seleccionó los aislamientos del hongo y además propuso la introducción en el ensayo del azoxistrobin, a pesar de no estar registrado con esta utilidad.

Los métodos de evaluación *in vitro* de fungicidas (LEROUX *et al.*, 1977; MARTIN *et al.*, 1984; GONZÁLEZ y FUEYO, 1993; GONZÁLEZ, 2000) constituyen el primer paso para conocer la eficacia de un producto, son relativamente fáciles y rápidos de realizar y proporcionan una orientación sobre su valor práctico.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron tres aislamientos de *E. turcicum* obtenidos de plantas sintomáticas procedentes de la zona occidental de Asturias, cedidos por el Laboratorio de Sanidad Vegetal del Principado de Asturias. Es de interés destacar que no se habían realizado tratamientos fungicidas en el cultivo.

Los productos fitosanitarios ensayados fueron clortalonil 75%, azoxistrobin 25%, carbendazima 50%, epoxiconazol 12,5% y la mezclas de flusilazol 0,5% y carbendazima

1%, flutriafol 9,4% y carbendazima 20% y ciproconazol 16% y carbendazima 30%.

El medio de cultivo empleado fue el agar de patata glucosado APD, (GAMS *et al.*, 1980) al que se añadieron los productos en las cantidades adecuadas para conseguir las dosis de ensayo, que siguieron una progresión geométrica de 1 a 1.024 $\mu\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$, referidas, en el caso de las mezclas, siempre a la materia activa de referencia, es decir, ciproconazol, flusilazol y flutriafol. Se incluyó en los ensayos un testigo sin producto y éstos se realizaron, al menos, por duplicado. La adición del producto al medio se realizó una vez esterilizado en autoclave, manteniéndolo a 50°C, tras lo cual se vertió en placas de cultivo de 9 cm. de diámetro.

Como inóculo de siembra se utilizaron trozos de medio de 5 mm. de diámetro conteniendo el hongo en estudio crecido durante siete días a temperatura ambiente, los discos de siembra se tomaron de la zona de crecimiento activo del hongo. Las placas se incubaron ocho días a temperatura ambiente, en bancada de laboratorio y el crecimiento se estimó por la media de dos diámetros perpendiculares de la colonia medidos con un pie de rey, calculándose el error estándar de la media. Se evaluó únicamente el efecto de los productos respecto al desarrollo del micelio (GONZÁLEZ y FUEYO, 1993; GONZÁLEZ, 2000; GONZÁLEZ-VARELA y GONZÁLEZ, 2005; GONZÁLEZ y GONZÁLEZ-VARELA, 2006).

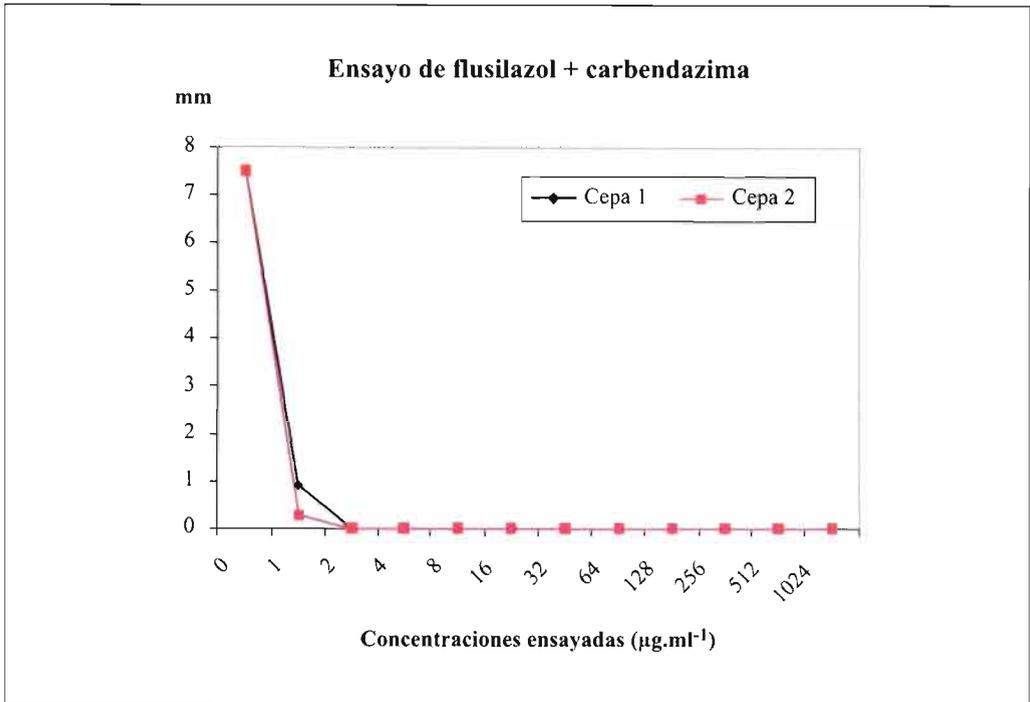


Figura 2. Resultados del ensayo *in vitro* de la mezcla de flusilazol y carbendazima.

La disminución del diámetro de la colonia respecto al testigo se utilizó como indicador de inhibición total o parcial del crecimiento. El parámetro de referencia utilizado ha sido la concentración inhibitoria mínima (C.I.M.) que se define como la mínima cantidad de producto que inhibe el crecimiento del microorganismo.

RESULTADOS

A la vista de los resultados, podemos destacar que no se encontraron variaciones importantes de sensibilidad en las tres cepas del hongo ensayadas. Las cepas 2 y 3 tuvieron idéntico comportamiento frente a los productos fitosanitarios utilizados, de forma que se representan sólo los datos relativos a las cepas 1 y 2. Entre 0,01 y 0,1 se situaron los valores del error estándar de las medias.

El producto fitosanitario que mostró mayor eficacia en el control del crecien-

to del hongo *in vitro* fue la mezcla de flusilazol y carbendazima (Figura 2), seguido del epoxiconazol (Figura 3) y de las mezclas de flutriafol y ciproconazol ambos con carbendazima (Figuras 4 y 5).

Clortalonil, carbendazima y azoxistrobin, no inhibieron totalmente el crecimiento del hongo ni siquiera a la mayor concentración ensayada (1.024 µg.ml⁻¹). Los resultados correspondientes a estos tres productos se muestran en la Figura 6.

Como podemos ver en las gráficas, la C.I.M. de la mezcla de flusilazol y carbendazima se situó entre los valores 2 y 4 µg.ml⁻¹, la del epoxiconazol se situó entre 8 y 16 µg.ml⁻¹, mientras que las mezclas de flutriafol y ciproconazol con carbendazima tuvieron ambas una CIM situada entre los valores 16 y 32 µg.ml⁻¹. Las CIMs de clortalonil, carbendazima y azoxistrobin serían todas ellas mayores de 1.024 µg.ml⁻¹.

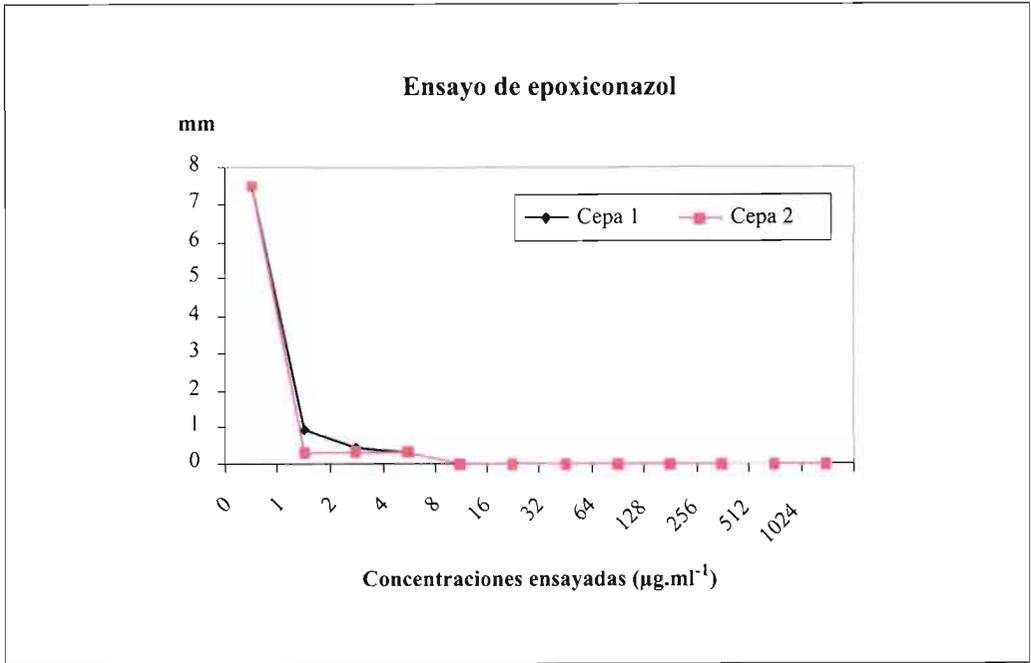


Figura 3. Resultados del ensayo *in vitro* del epoxiconazol.

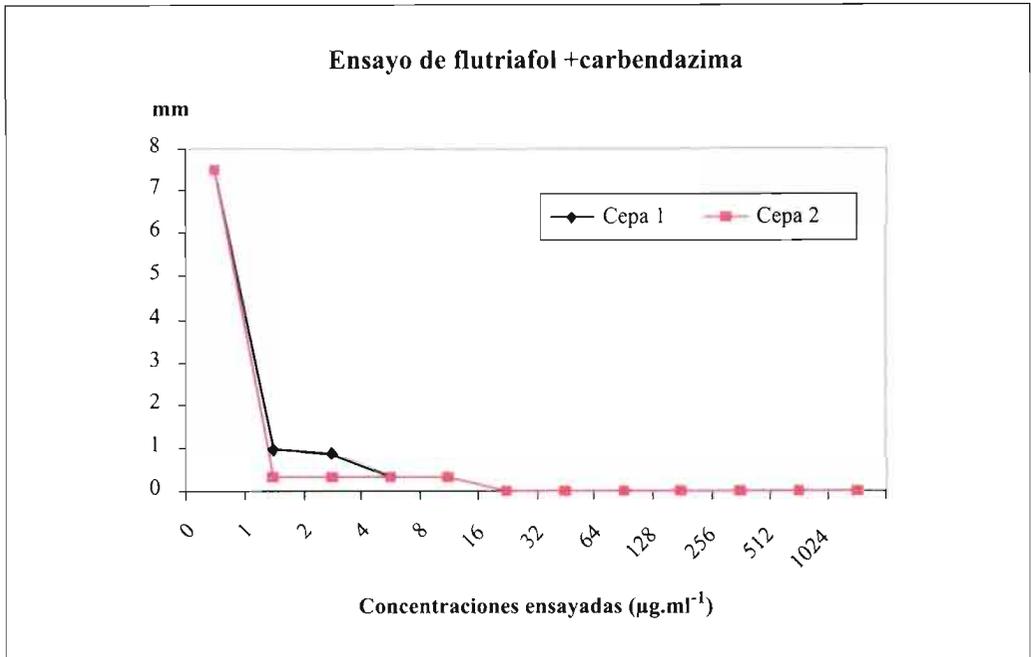


Figura 4. Resultados del ensayo *in vitro* de la mezcla de flutriafol y carbendazima.

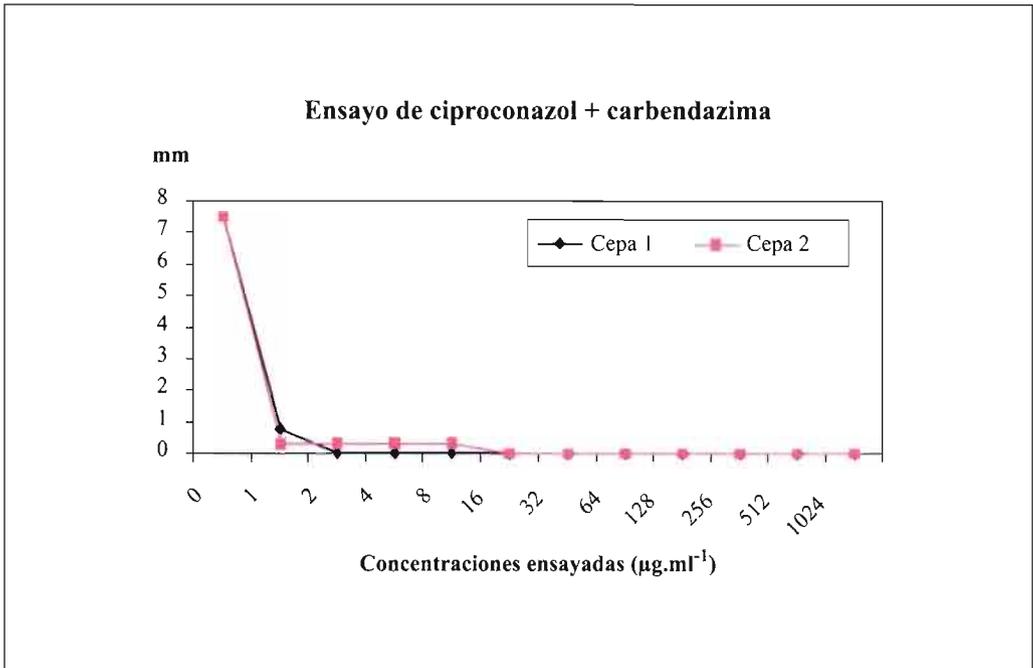


Figura 5. Resultados del ensayo *in vitro* de la mezcla de ciproconazol y carbendazima.

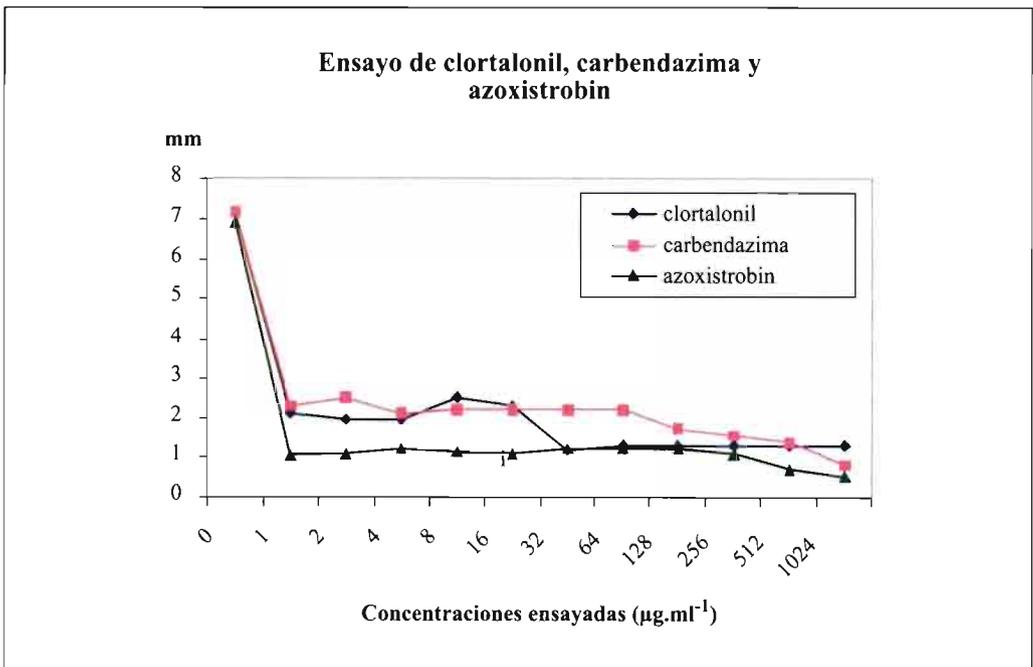


Figura 6. Resultados del ensayo *in vitro* de clortalonil, carbendazima y azoxistrobin.

DISCUSIÓN

El primer hecho remarcable es que las tres cepas no han diferido apenas en su sensibilidad a los fitosanitarios, lo que nos da idea de que en la serie en estudio no hay variabilidad respecto a esta característica.

De los resultados obtenidos se desprende que cuatro tratamientos pueden ser de utilidad en el control de la enfermedad. El producto fitosanitario que mostró una C.I.M. más baja fue la mezcla de flusilazol y carbendazima que se situó entre 2-4 $\mu\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$. El epoxiconazol tuvo una CIM entre 8-16 $\mu\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$ y las mezclas de flutriafol y ciproconazol con carbendazima entre 16-32 $\mu\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$.

Es de destacar que de los cuatro productos que se mostraron eficaces en el control *in vitro* del hongo, tres de ellos son mezclas con carbendazima. Sin embargo, la carbendazima por sí misma no fue capaz de inhibir totalmente el crecimiento del hongo, ni siquiera a la mayor dosis ensayada (1.024 $\mu\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$) por lo cual el efecto no podría ser debido a esta materia activa aunque pueda contribuir al resultado final. Esto podría explicarse por la posible existencia de sinergia entre este fungicida y los fungicidas que componen, junto con él, las mezclas; pero esta posibilidad no ha sido objeto de estudio de este trabajo.

Los otros dos productos ensayados, clortalonil y azoxistrobin, no pudieron inhibir *in vitro* el crecimiento del hongo tal como sucedió con la carbendazima, a pesar de que el clortalonil se recoge en la página web de la Universidad de Iowa como uno de los tratamientos recomendados para el control de la enfermedad (ANÓNIMO, 2000). Por lo que respecta a nuestro país, todos los productos ensayados, a excepción del azoxistrobin, se

recogen como útiles en el control de la helmintosporiosis en cereales (YAGÜE y YAGÜE, 2006). El azoxistrobin fue introducido en el estudio siguiendo las recomendaciones de la Sección de Sanidad Vegetal del Principado de Asturias que estaba interesada en conocer su potencial efectividad en el caso de esta enfermedad. Como se ha apuntado en los resultados el producto no resultó ser efectivo contra el hongo *in vitro*.

Sin embargo, a pesar de las referencias de la literatura en las que se recoge que el uso de fungicidas puede ser eficaz en el control de la enfermedad, es necesario tener en cuenta el coste de los tratamientos, pues en muchos casos no resultará rentable, sobre todo teniendo en cuenta que en Asturias la mayor parte del maíz cultivado es para uso forrajero. Además es necesario también tener en cuenta el actual interés de los ganaderos por la producción de forrajes ecológicos que desaconsejarían la realización de tratamientos químicos.

A pesar de todas estas consideraciones hemos realizado este estudio motivado por los fuertes daños observados en campo; de manera que en años de alta incidencia de la enfermedad el uso de agroquímicos puede hacerse indispensable para obtener rendimientos en este cultivo.

AGRADECIMIENTOS

Al Laboratorio de Sanidad Vegetal del Principado de Asturias por la cesión de las tres cepas con las que se realizó este trabajo. A D. Rafael Peláez por la cesión de la fotografía en la que se recogen los daños en campo. Al Prof. Javier Tello por la revisión crítica de este trabajo.

ABSTRACT

GONZÁLEZ A. J., G. GONZÁLEZ-VARELA. 2007. *In vitro* activity of fungicides against *Exserohilum turcicum*, causal agent of Northern corn leaf blight on corn, in Asturias. *Bol. San. Veg. Plagas*, 33: 289-295.

E. turcicum cause Northern corn leaf blight on corn (*Zea mays*) in the Principality of Asturias. Seven agrochemicals (chlorothalonil 75%, azoxistrobin 25%, carbendazim 50%, epoxiconazol 12,5% and the mixtures of flusilazole 0,5% plus carbendazim 1%,

flutriafol 9,4% plus carbendazim 20% and ciproconazol 16% plus carbendazim 30%) were examined for its *in vitro* activity against the fungus. The most effective agrochemical was the mixture of flusilazole and carbendazim, followed by epoxiconazol and the mixtures of flutriafol and ciproconazol with carbendazim.

Key words: *Zea mays*, effectiveness, agrochemicals, fungus.

REFERENCIAS

- ANÓNIMO, 2000. Integrated crop management. Iowa State University. <http://www.ipm.iastate.edu/ipm/icm/2000/6-26-2000/control.html>, 16 de noviembre de 2006.
- ANÓNIMO, 2006. Sociedad asturiana de estudios económicos e industriales. <http://www.sadei.es>.
- GAMS, W., VAN DER AA, H. A., VAN DER PLAATS-NITERINK, A. J., SAMSON, R. A., STALPERS, J. A. 1980. CBS Course of Mycology, 2ª Ed. Institute of the Royal Netherlands Academy of Sciences and Letters. 109 pp.
- GONZÁLEZ, A. J., FUEYO, M. A. 1993. Ensayo *in vitro* del permanganato potásico frente a hongos patógenos aislados de judía granja asturiana (*Phaseolus vulgaris* L.). *Bol. San. Veg. Plagas*.
- GONZÁLEZ, A. J. 2000. Ensayo *in vitro* de la eficacia de productos fitosanitarios frente a *Rhizoctonia solani*. *Actas de Horticultura*, **28**: 129-133.
- GONZÁLEZ-VARELA, G. y GONZÁLEZ, A. J. 2005. Valoración de la eficacia *in vitro* de fungicidas frente a aislamientos asturianos de *Cryphonectria parasitica*. I Reunión del Grupo de Microbiología de Plantas SEM. Cercedilla, Madrid, 6-8 de junio.
- GONZÁLEZ, A. J. y GONZÁLEZ-VARELA, G. 2006. Ensayo *in vitro* de fungicidas frente a *Exserohilum turcicum* en Asturias. XIII Congreso de la Sociedad Española de Fitopatología. Murcia. 18-22 de septiembre de 2006.
- LEROUX, P., FRITZ, R., GRETT, M. 1977. Etudes en Laboratoire de souches de *Botrytis cinerea* Pers., résistantes à la dichlozoline, au dicloran, au quintozone, à la vinchlozoline et au 26019 RP (ou glycophene). *Phytopath. Z.*, **89**: 347-358.
- MARTIN, S. B., LUCAS, L.T., CAMPBELL, C. L. 1984. Comparative sensitivity of *Rhizoctonia solani* and Rhizoctonia-like fungi to selected fungicides *in vitro*. *Phytopathology*, **74**: 778-781.
- PELÁEZ, R. 2005. La "niebla" del maíz. Cooperativa agraria: *Revista de la Unión de Cooperativas Agrarias Asturianas*. Nº 15 (marzo): 19-20.
- SANTAMARINA, B., GARCÍA, I., GARCÍA, D., ÁLVAREZ, J., y PELÁEZ, R. 2004. Aspectos técnicos sobre el cultivo del maíz en Asturias. Cooperativa agraria: *Revista de la Unión de Cooperativas Agrarias Asturianas*, Nº 12 (abril): 26-27.
- YAGÜE, J. I. y YAGÜE, A. 2006. Guía Práctica de productos fitosanitarios. Ed. Mundi-Prensa, Madrid, Barcelona, México. 446 pp.

(Recepción: 1 febrero 2007)

(Aceptación: 14 marzo 2007)

Eficacia en campo de dos fungicidas para el control del “mal del pie” de la judía (*Phaseolus vulgaris* L.) en La Bañeza (León)

M. P. CAMPELO, A. LORENZANA, M. F. MARCOS, M. ÁMEZ, J. A. BOTO, P. A. CASQUERO

Se estudia la eficacia de la aplicación de Carbendazima e Himexazol mediante pulverización directa en el cuello de plantas de judía grano (variedad local Pinta) en una parcela infestada por *Fusarium solani*. Se evalúan parámetros cualitativos (sintomatología, nodulación y aislamiento del hongo) y cuantitativos (desarrollo y peso radicular, número de vainas por planta, número de semillas por vaina y rendimiento por planta). El empleo de fungicidas mejoró significativamente ($P < 0,05$) el desarrollo radicular. En las plantas que recibieron el tratamiento con Carbendazima se observa una reducción significativa ($P < 0,05$) en el aislamiento del hongo y un incremento altamente significativo ($P < 0,01$) en el número de vainas por planta y en el rendimiento por planta. Con los resultados obtenidos, se considera interesante la realización de ensayos complementarios en otros ambientes y con otras variedades.

M. P. CAMPELO, A. LORENZANA, M. F. MARCOS: Laboratorio de Diagnóstico de Plagas y Enfermedades Vegetales. Fundación Chicarro-Canseco-Banciella. E.S.T. Ingeniería Agraria. Universidad de León. Avda. Portugal 41. 24071 León.

M. ÁMEZ, J. A. BOTO, P. A. CASQUERO: E.S.T. Ingeniería Agraria. Universidad de León. Avda. Portugal 41. 24071 León.

Palabras clave: *Fusarium solani*, mal del pie. Carbendazima. Himexazol, síntomas, rendimiento.

INTRODUCCIÓN

La alubia (*Phaseolus vulgaris* L.) es una leguminosa grano que tradicionalmente se cultiva en los regadíos de la provincia de León, ocupando una superficie de 4.000 ha (CASQUERO *et al.*, 2003) mayoritariamente en las comarcas agrarias de El Páramo, La Bañeza y Astorga, y con una producción próxima a las 7.000 t en el año 2004 (JUNTA DE CASTILLA Y LEÓN, 2007). Los estudios realizados desde el año 1992 por el Departamento de Ingeniería Agraria de la Universidad de León permitieron diferenciar más de 50 variedades locales (REINOSO, 2001) y en el año 2005 el cultivo fue reconocido mediante la Indicación Geográfica Protegida (I.G.P.) “Alubia de La Bañeza-León” (ORDEN

AYG/1254/2005), figura de calidad que protege cuatro de las variedades locales más apreciadas (MAPA, 1984): Riñón menudo, Canela, Pinta y Plancheta.

Desde la creación en el año 2001 del Laboratorio de Diagnóstico de Plagas y Enfermedades Vegetales, fruto de un convenio entre la Fundación Chicarro-Canseco-Banciella y la Escuela Superior y Técnica de Ingeniería Agraria de la Universidad de León, se han venido recibiendo con frecuencia plantas de alubia mostrando síntomas del denominado “mal del pie”, causante de podredumbres localizadas en la raíz, el cuello y la base del tallo de las plantas (fig.1) y muerte de éstas en diferentes estados fenológicos y en todas las zonas productoras. El análisis de las muestras ha permitido consta-



Figura 1. Síntomas de “mal del pie” en plantas de alubia: presencia de micelio en el sistema radicular.

tar, al igual que otros autores han hecho para otras regiones españolas (TELLO *et al.*, 1985; BERRA y ARTEAGA, 1989 y ASENSIO, 1996), la incidencia del “*complejo parasitario del pie de la judía*”, integrado fundamentalmente por especies de los géneros *Fusarium*, *Rhizoctonia* y *Pythium*, capaces de colonizar las raíces de la planta y entre los que, según DAVET *et al.* (1980) y SINOBAS *et al.* (1994), pueden existir fenómenos de antagonismo y sinergismo. En los daños producidos por las micosis pueden influir otros factores, así, según VALENCIANO (2000) el ataque de la mosca de los sembrados (*Delia platura* Meigen), plaga endémica de las comarcas alubieras de León, provoca no sólo la pérdida de plantas y el debilitamiento de las recién nacidas, sino también el aumento de la sensibilidad a las enfermedades causadas por hongos de suelo.

Dentro del género *Fusarium* merece especial mención la especie *Fusarium solani*, cuyos aislados patógenos en judía constituyen la forma especializada *phaseoli*. Estos producen en las raíces necrosis rojizas que, especialmente en el caso de suelos compactos (MESSIAEN *et al.*, 1995), conllevan una reducción del vigor de las plantas, merma del rendimiento y senescencia prematura (SIPPELL y HALL, 1982), si bien, en algunos casos, las plantas llegan a sobrevivir por la

emisión de raíces adventicias por encima del límite de la lesión (BURKE y HALL, 1991). En la bibliografía se recoge que las plantas portadoras de nódulos (*Rhizobium*) son menos sensibles a *F. solani* f. sp. *phaseoli*, razón que hace pensar que el exceso de nitrógeno, que inhibe la nodulación, favorece el ataque de este hongo (MESSIAEN *et al.*, 1995).

Por otro lado, la especie *Fusarium oxysporum* es también frecuentemente aislada en los estudios llevados a cabo para conocer la composición del complejo fúngico anteriormente mencionado, si bien su papel parasitario en el mismo no ha sido registrado de forma consistente y se le considera invasor secundario en diversos trabajos (TELLO *et al.*, 1990; SINOBAS *et al.*, 1994). Estudios realizados por ALVES y MONTEAGUDO (2001) indican la necesidad de que exista una vía de acceso a través de heridas en las raíces, producidas por agentes bióticos o abióticos, para que se produzca la infección. Estos mismos autores concluyen que la utilización del sistema de riego por aspersión reduce el riesgo de encharcamiento del suelo y, con ello, la posibilidad de asfixia radicular y la incidencia de esta patología. A pesar de lo anteriormente expuesto, se considera importante mencionar que VELASQUEZ-VALLE *et al.* (1996) y ALVES *et al.* (2002) describen la presencia de aislados especialmente agresivos de *F. oxysporum* f. sp. *phaseoli* en El Barco de Ávila causantes de la que denominan “*fusariosis vascular*” consistente en la invasión del xilema de las plantas por parte del hongo, el desencadenamiento de una reacción de hipersensibilidad y la liberación de toxinas que inducen el colapso y la muerte de las plantas sensibles (GONZÁLEZ *et al.*, 2004).

En el año 2000, los estudios llevados a cabo por VALENCIANO en la provincia, concluyeron que en un porcentaje ligeramente superior al 50% de la superficie sembrada se empleaba semilla previamente desinfectada con una mezcla de insecticida y fungicida. En el mismo estudio se recoge que las materias activas más utilizadas en aquel momento eran, respectivamente, el Lindano, insecti-

cida activo frente a la mosca de los sembrados (GARCÍA-MARÍ *et al.*, 1994) y el Tiram, fungicida cuya eficacia frente a la “caída de plántulas” o *damping off* (patología producida por *Pythium* sp. y *Rhizoctonia solani*) ha sido descrita por GONZÁLEZ (2003) en ensayos de campo y de laboratorio.

En esa línea, el mismo autor, cita el uso de materias activas como la Carbedazima y el Himexazol para, mediante la desinfección de la semilla, favorecer la nascencia sin que se vea afectada por la flora fúngica patógena presente en el suelo. La eficacia del Himexazol en este sentido fue probada con éxito en ensayos realizados en parcelas de alubia en León (VALENCIANO *et al.*, 2006). Además, se ha podido comprobar que ambos productos son utilizados también por los cultivadores de judía periódicamente a lo largo del cultivo cuando observan rodales con síntomas claramente asociables a los descritos para el complejo parasitario mencionado.

El objetivo de este trabajo fue valorar la eficacia de la aplicación de las materias activas Carbendazima e Himexazol en una parcela de alubia afectada por el “complejo parasitario del pie de la judía”. Dicho complejo no es conocido en la zona en todo lo concerniente a sus componentes fúngicos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Parcela experimental

El ensayo fue realizado en el año 2005 y se ubicó en una parcela perteneciente al municipio de Riego de la Vega (León), en la comarca de La Bañeza, por haberse recibido en la campaña precedente (2004) muestras de judía afectadas por “mal del pie” de las que se aisló de forma consistente *Fusarium solani*. Se tomaron muestras de suelos para el análisis de las propiedades fisicoquímicas, determinándose que la textura era franco-limosa (USDA), que el contenido de materia orgánica rondaba el 2% y el pH estaba en torno a 6, considerándose normales para este cultivo los contenidos en nutrientes.

En la primera semana del mes de junio el agricultor, socio productor de la I.G.P. “Alu-

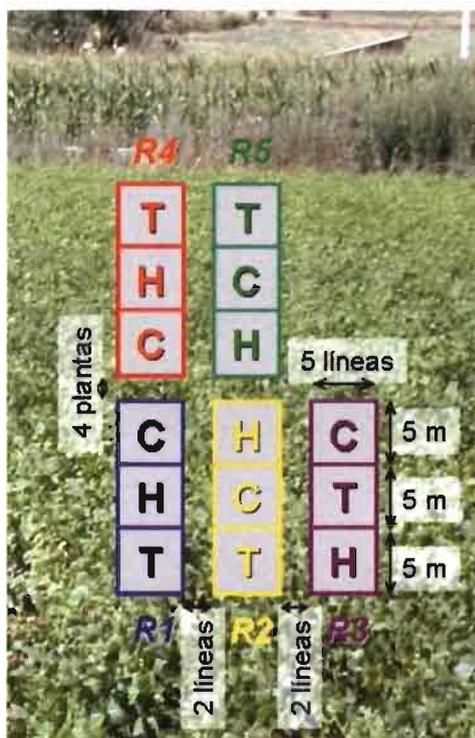


Figura 2. Diseño espacial de la parcela de ensayo. Tratamientos: C (Carbendazima), H (Himexazol) y T (Testigo). Repeticiones: R1 a R5.

bia de La Bañeza-León”, realizó la siembra sobre un terreno en llano utilizando sembradora neumática que dejaba el terreno alomado tras su paso. Se utilizó semilla proporcionada por la citada entidad sin ningún tratamiento de desinfección y de la variedad local Pinta (clase comercial Cranberry según SANTALLA *et al.*, 2001). A lo largo del cultivo se llevaron a cabo las labores habituales en la zona y los riegos para satisfacer las necesidades hídricas de las plantas se realizaron por surcos.

El diseño del ensayo constaba de cinco repeticiones con un diseño en bloques al azar (fig. 2). Cada bloque tenía una anchura de cinco líneas de siembra, separadas 0,55 m entre ellas, y 15 m de largo, 5 m para cada uno de los tratamientos ensayados, dos con aplicaciones fungicidas y un testigo. Cada



Figura 3. Aplicación de fungicidas mediante pulverización directa sobre el cuello de las plantas.

unidad experimental constaba pues de un total de 210 plantas espaciadas dentro de la línea 0,12 m. Entre cada una de las repeticiones se dejaron como borde dos líneas de siembra.

Aplicación de fungicidas

Los formulados de las materias activas fungicidas Carbendazima e Himexazol utilizados fueron los que se presentan en el cuadro 1 y se aplicaron a mediados del mes de

julio, en el estado fenológico R5 (prefloración) (CIAT, 1987). Esta se realizó mediante pulverización directa sobre el cuello de las plantas, utilizando para ello una mochila pulverizadora (fig. 3) que incorporaba una boquilla de hendidura o abanico de 110°, cuyo uso está recomendado cuando se pretende distribuir el producto de forma homogénea sobre una superficie plana (BOTO y LÓPEZ, 1999).

Para realizar la aplicación en las cinco repeticiones de cada uno de los tratamientos se diluyeron en 8 l de agua la cantidad correspondiente de cada uno de las materias activas (4,8 g en el caso de la Carbendazima y 0,012 l para el Himezazol). De esta forma, la cantidad de materia activa aplicada a cada una de las plantas fue de $4,6 \times 10^{-3}$ g para las que llevaban el tratamiento con Carbendazima y $11,6 \times 10^{-6}$ l en el caso de las tratadas con Himexazol.

Muestreo de plantas para evaluar la sintomatología y la presencia de *Fusarium*

En la última semana del mes de julio, coincidiendo con la fase final del estado fenológico R8 (llenado de vainas) (CIAT, 1987) se realizó un primer muestreo en el que se recogieron de forma individualizada diez plantas al azar dentro de las tres líneas

Cuadro 1. Descripción de las materias activas ensayadas y de las dosis aplicadas.

	Carbendazima	Himexazol
Formulado	Carbendazima 50 % p/p WP (Polvo mojable)	Himexazol 36 % p/v SL (Solución concentrada)
Nombre comercial	BOTRIN MCB	TACHIGAREN LS
Nº. (Registro ⁽¹⁾)	(12.101)	(15.868)
Casa comercial	Industrias Afrasa S.A.	Comercial Química Massó S.A.
Actividad ⁽²⁾	Fungicida de amplio espectro para el control preventivo y curativo de antracnosis y fusarium en judía grano	Fungicida de aplicación al suelo para el control preventivo y curativo de <i>Aphanomyces</i> spp., <i>Fusarium</i> spp., <i>Pythium</i> spp. y otros hongos de suelo en semilleros de hortalizas ⁽³⁾
Dosis aplicada ⁽²⁾	0,06 % (60 g/100 l)	0,15 % (0,15 l/100 l)

(1) MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN, 2007.

(2) DE LIÑÁN, 2004 y DE LIÑÁN, 2006.

(3) Según MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN (2007) está autorizada la aplicación en "judía sin vaina", "judía con vaina" y "judía verde".



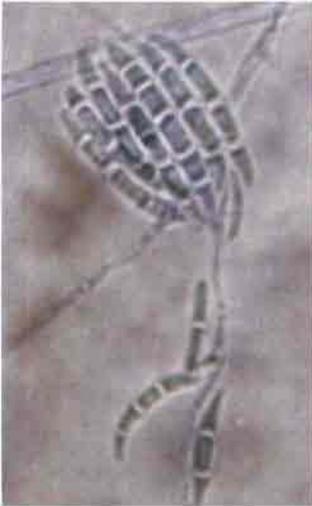
Figuras 4 y 5. Crecimiento de *Fusarium solani*: en medio de cultivo PDA (fig. 4) y en "cámara húmeda" (fig. 5).

de siembra interiores de cada unidad experimental que estaban contenidas en los 4 m centrales, es decir, 30 plantas de cada repetición. Las plantas fueron recogidas procurando la extracción íntegra del sistema radicular y se llevaron inmediatamente al laboratorio para proceder a su análisis.

Para cada una de las plantas se valoraron los síntomas observados en el hipocotilo, en el sistema radicular y en el sistema vascular mediante el uso de una escala numérica de severidad de daños adaptada de las utilizadas por McFADDEN *et al.* (1989) y por FILION *et al.* (2003). Así, para evaluar los síntomas en el hipocotilo se consideró "nivel 1" para las plantas sin síntomas, "nivel 2" para las que presentaban unas pocas puntaduras o áreas decoloradas difusas, "nivel 3" cuando se observaban lesiones necróticas, "nivel 4" si se apreciaba estrangulamiento en esta zona y "nivel 5" cuando la planta estaba muerta. Atendiendo a los síntomas en el sistema radicular las plantas se clasificaron en "nivel 1" cuando carecían de síntomas, "nivel 2" cuando el porcentaje de decoloración estaba comprendido entre 1% y 10%, "nivel 3" si este estaba entre el 11% y el 25%, "nivel 4" si estaba entre el 26% y el 50%, y "nivel 5" si superaba el 50%. Por último, por lo que respecta a los síntomas en el sistema vascular, estos fueron observados tras realizar un corte longitudinal en el hipocotilo y en el sistema radicular y se valoraron utilizando la misma escala que para los síntomas del sistema radicular. La aplicación de esta escala

numérica permitió el cálculo de un "índice de síntomas" realizando las correspondientes medias para cada tratamiento dentro de las diferentes repeticiones. Además se anotó, para cada planta, la presencia de nódulos de *Rhizobium*, el desarrollo radicular (midiendo la longitud tanto de la raíz principal como la de la secundaria más larga) y el peso del sistema radicular, tanto húmedo como seco (72 horas a 80 °C).

De forma complementaria, de cada grupo de diez plantas extraídas se tomaron cinco al azar para llevar a cabo el análisis microbiológico para el aislamiento de los posibles hongos patógenos. Para ello, tras lavar el material vegetal, sumergirlo durante tres minutos en hipoclorito sódico al 1%, aclararlo posteriormente con agua destilada y dejarlo secar en el interior de la campana de flujo laminar, se sembraron por duplicado pequeños fragmentos de la zona cuello-raíz de cada planta en medio de cultivo de agar de patata glucosado (PDA), incubándose a 25 °C durante quince días (fig. 4). Simultáneamente, con el mismo fin, se dispusieron en condiciones de "cámara húmeda" trozos de material vegetal de la misma zona pero sin tratamiento de desinfección de cada una de las cinco plantas (fig. 5). Se identificaron las especies presentes mediante caracteres morfométricos siguiendo las obras de BARNETT Y HUNTER (1998) y ARX (1981) (figs. 6 y 7). Se obtuvo una valoración numérica de estos factores realizando, en cada caso, una media de los resultados en cada uno de los tratamientos de las distintas repeticio-



Figuras 6 y 7. Observaciones microscópicas de *Fusarium* sp.: macroconidios (fig. 6) y filíidas largas y microconidios de *Fusarium solani* (fig. 7).

nes considerando el valor “1” cuando se detectaba la presencia de *Fusarium solani* y “0” cuando este hongo no se desarrollaba.

Toda esta información se recogió en estadillos (fig. 8) para facilitar el posterior tratamiento de los datos. Se anotó además la presencia de otros hongos.

Muestreo de plantas para evaluar el rendimiento

Para cuantificar el rendimiento productivo obtenido en cada uno de los tratamientos y poder comparar éste con el obtenido en las plantas sin tratar se realizó un segundo muestreo en la primera semana del mes de

VARIEDAD: PINTA		TRATAMIENTO: CARBENDAZIMA													REPETICIÓN: 5			CÓDIGO: P-5-C		FECHA: 29/07/05			
Nº.	Síntomas															Presencia nódulos			Desarrollo radicular		Peso		
	Hipocotilo					Sist. radicular					Sist. vascular					No	Sí Ligera	Sí Abund.	Raíz principal (mm)	Raíz secundaria (mm)	Siembra	Húmedo (g)	Seco (g)
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5								
1			X				X				X					X			130	70		3.6	0.9
2	X					X					X					X			130	70		3.0	1.1
3			X				X					X				X			115	75		3.4	0.8
4	X						X				X					X			155	80		4.5	1.0
5	X					X					X					X			115	95		2.7	1.2
6			X				X					X				X			125	90	X	3.9	
7			X				X					X				X			105	112	X	3	
8	X					X					X					X			100	60	X	3.3	
9			X			X					X					X			125	95	X	3.1	
10			X			X					X					X			100	85	X	3.6	

Leyenda:
 Síntomas hipocotib:
 1: Sin síntomas; 2: Unas pocas parteaduras o áreas decoloradas difusas; 3: Se distinguen lesiones necróticas; 4: Estrangulamiento; 5: Muerte del semillero.
 Síntomas en sistema radicular y sistema vascular (corte longitudinal).
 1: Sin síntomas; 2: Decoloración 1-10%; 3: Decoloración 11-25%; 4: Decoloración 26-50%; 5: Decoloración > 50%.

Figura 8. Ejemplo de estadillo utilizado para el registro de parámetros utilizados para evaluar la sintomatología y la presencia de *Fusarium*.



Figura 9. Recuento del número de vainas obtenidas, para cada repetición, en las 30 plantas muestreadas de cada uno de los tratamientos.

septiembre, coincidiendo con el estado fenológico de R9 (maduración) (CIAT, 1987). Se recogieron de forma individualizada 30 plantas al azar dentro de los 4 m centrales de las 3 líneas de siembra interiores de cada unidad experimental, es decir, 90 plantas de cada repetición, y se llevaron al laboratorio donde se realizó un recuento del número de vainas totales (fig. 9), del número de semillas contenidas en diez vainas tomadas al azar en cada uno de estos grupos, y del peso seco de 100 semillas. A partir de estos pará-

metros pudieron calcularse los siguientes índices: número de vainas por planta, número de semillas por vaina y rendimiento por planta, expresado este último en gramos.

Análisis de datos

Para evaluar estadísticamente los datos registrados se realizó un análisis de varianza y se procedió a realizar una comparación de medias cuando se detectaron diferencias significativas entre tratamientos, utilizando para ello la aplicación informática SAS (SAS Institute, 1990).

RESULTADOS

Los resultados del análisis de varianza realizado para los caracteres cualitativos se muestran en el cuadro 2, en el que puede verse que tanto en la valoración de síntomas (en el hipocotilo, radicales y vasculares) como en la formación de nódulos no existen diferencias significativas entre los tratamientos. Sin embargo, sí existen diferencias significativas ($P < 0,05$) en la cuantificación de la presencia de aislamientos de *Fusarium solani* en la siembra en medio de cultivo, obteniéndose menor número de placas con crecimiento de este hongo en el caso de

Cuadro 2. Análisis de varianza de los caracteres cualitativos.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Cuadrados medios para los caracteres de planta					
		Síntomas en el hipocotilo	Síntomas en el sistema radicular	Síntomas en el sistema vascular	Presencia de nódulos	<i>Fusarium</i> en siembras en PDA	<i>Fusarium</i> en "cámara húmeda"
Repeticiones	4	0,12	0,38	0,05	0	0,1	0,1
Tratamientos	2	0,03	0,23	0,20	0	0,6*	0,1
Error	8	0,08	0,02	0,03	0	0,1	0,1
Coefficiente de variación		22,74	6,50	12,05	0	39,5	27,7
Media		1,23	2,30	1,47	0	0,8	0,9
Intervalo de variación		1-2,1	1,5-3	1,2-1,8	-	0-1	0-1

* Significante al 5%.

Cuadro 3. Comparación de medias de los caracteres cualitativos.

Tratamiento	Medias para los caracteres de planta					
	Síntomas en el hipocotilo	Síntomas en el sistema radicular	Síntomas en el sistema vascular	Presencia de nódulos	<i>Fusarium</i> en siembras en PDA	<i>Fusarium</i> en "cámara húmeda"
C	1,32	2,54	1,68	0	0,4 ^a	0,8
H	1,18	2,12	1,28	0	1,0 ^b	1,0
T	1,20	2,24	1,45	0	1,0 ^b	1,0

C: Carbendazima, H: Himexazol, T: Testigo, Medias seguidas de la misma letra no presentan diferencias significativas, medias seguidas de distinta letra al menos significativamente diferentes (0,05).

material vegetal procedente de las plantas tratadas con Carbendazima, como se aprecia en el cuadro 3; en condiciones de "cámara húmeda", a pesar de que no se detectan diferencias significativas, sí que se observa menor desarrollo de *Fusarium solani* en las raíces de plantas tratadas con esta materia activa. Se aislaron además, tanto en medio de cultivo como en condiciones de "cámara húmeda", especies consideradas saprofitas y pertenecientes a los géneros *Penicillium*, *Alternaria* y *Rhizopus*.

Por lo que respecta a los parámetros cuantitativos, los resultados del análisis de

varianza realizado se muestran en el cuadro 4 y la comparación de medias en el cuadro 5. Como puede verse, dentro de estos parámetros cabe señalar los siguientes aspectos: el tamaño de la raíz principal es mayor significativamente ($P < 0,05$) en las plantas tratadas con Carbendazima e Himexazol que en las plantas testigo; se detectan diferencias altamente significativas ($P < 0,01$) en el peso seco de la raíz, que es igualmente mayor en las plantas tratadas con alguna de las dos materias fungicidas que en las plantas testigo. También se observan diferencias altamente significativas ($P < 0,01$) en rendimiento por planta y en el

Cuadro 4. Análisis de varianza de los caracteres cuantitativos.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Cuadrados medios para los caracteres de planta						
		Desarrollo raíz principal (mm)	Desarrollo raíz secundaria (mm)	Peso húmedo de la raíz (g)	Peso seco de la raíz (g)	Número de vainas por Planta	Número de semillas por vaina	Rendimiento por planta (g)
Repeticiones	4	309,24	968,91	0,48	0,04	3,939	0,14	20,18
Tratamientos	2	453,75*	37,93	0,71+	0,14**	22,299**	0,29	117,32**
Error	8	64,21	218,46	0,17	0,01	2,285	0,16	12,33
Coefficiente de variación		7,00	17,90	11,94	11,91	19,71	13,07	24,47
Media		114,51	82,58	3,47	0,99	7,669	3,07	14,35
Intervalo de variación		93,0-139,9	55,8-118,5	2,5-4,6	0,6-1,3	107,0-372	19,0-38,0	4,1-22,9

** Significante al 1%; * Significante al 5%; +Significante al 10%.

Cuadro 5. Comparación de medias de los caracteres cuantitativos.

Medias para los caracteres de planta							
Tratamiento	Desarrollo raíz principal (mm)	Desarrollo raíz secundaria (mm)	Peso húmedo de la raíz (g)	Peso seco de la raíz (g)	Número de vainas por planta	Número de semillas por vaina	Rendimiento por planta (g)
C	115,70 ^a	79,64	3,80	1,10 ^a	10,106 ^a	3,32	19,94 ^a
H	123,38 ^a	85,10	3,54	1,08 ^a	6,534 ^b	2,84	11,56 ^b
T	104,44 ^b	83,00	3,06	0,80 ^b	6,368 ^b	3,04	11,54 ^b

C: Carbendazima, H: Himexazol, T: Testigo. Medias seguidas de la misma letra no presentan diferencias significativas, medias seguidas de distinta letra al menos significativamente diferentes (0,05).

número de vainas por planta, componente considerado como el más importante en el incremento del rendimiento en judía (CONTI, 1985); en ambos casos, la mayor productividad se obtiene en las plantas tratadas con Carbendazima. Además, en estos dos parámetros se obtienen resultados ligeramente mejores en las plantas tratadas con Himexazol que en las que no recibieron tratamiento, si bien esta diferencia no es estadísticamente significativa. Tampoco hay significación estadística en el número de semillas por vaina, si bien, con la Carbendazima se obtuvo mejor comportamiento que en las plantas testigo o las que fueron pulverizadas con Himexazol.

DISCUSIÓN

En la bibliografía se recogen las dificultades que presenta el control químico frente al hongo *Fusarium solani* (McFADDEN y HALL, 1987), especialmente en parcelas de alubia con antecedentes de "mal del pie". Según estos autores, cuando la aplicación de fungicidas consigue resultados satisfactorios es por que ésta se realiza en fases tempranas, teniendo en cuenta que según SIPPPELL y HALL (1982) *Fusarium solani* f. sp. *phaseoli* produce un mayor estrés en las plantas tras la floración. Por ello, siguiendo estas indicaciones, las aplicaciones de Carbendazima e Himexazol en el presente estudio fueron hechas en prefloración.

En relación a la valoración de los síntomas observados en el hipocotilo, sistema radicular y sistema vascular cabe destacar que no existieron diferencias significativas en ninguno de los tratamientos, pudiendo deberse esto a que los síntomas se originaran antes de realizar las aplicaciones fungicidas. Sin embargo, se pudo ver una ligera reducción en la manifestación de los síntomas respecto al testigo en el caso de las plantas tratadas con Himexazol, si bien no se redujo el aislamiento de *Fusarium* en material vegetal y no hubo diferencias significativas en ninguno de los parámetros de rendimiento. En los ensayos realizados con esta misma materia activa por McFADDEN y HALL (1987) se obtuvieron resultados análogos, ya que, a pesar de que para ellos el fungicida redujo los síntomas en el hipocotilo, el rendimiento respecto al testigo no se vio afectado significativamente. Por otro lado, en las plantas tratadas con Carbendazima los síntomas fueron mayores que en las testigo y en las tratadas con Himexazol, mientras que se redujo el aislamiento de *Fusarium solani* significativamente en medio de cultivo un 60% y en "cámara húmeda" un 20%; además, se vieron incrementados todos los parámetros de rendimiento, siendo altamente significativo este aumento en el componente más importante del rendimiento según CONTI (1985), es decir, el número de vainas por planta, en un 58,7%, y en el rendimiento por planta, en un 72,8%, lo que respondería a las expectativas de los agricultores.

La reducción señalada en el porcentaje de aislamiento del hongo en muestras de material vegetal podría ser debido en parte a que, como explica DE LIÑÁN (2003), la Carbendazima impide el crecimiento del micelio del hongo y, aunque permite la germinación de esporas, detiene el desarrollo del tubo germinativo induciendo irregularidades en la división celular y dando lugar a células anormales que provocan la muerte del hongo. Este mismo autor describe que, sin embargo, el Himexazol tiene una actividad fungistática, aspecto este también descrito en los estudios de McFADDEN y HALL (1987).

En ninguna de las plantas recogidas en el primer muestreo se detectó la presencia de nódulos en las raíces. Constatada la presencia de *Fusarium solani* en la parcela ensayada merece la pena reseñar que CORRIVEAO y CARROLL observaron en el año 1984 cómo plantas de soja afectadas por *Fusarium oxysporum* presentaban un menor número de nódulos que las plantas sanas. A pesar de esto, BUONASSISI *et al.* (1986) demostraron que la capacidad de nodulación y la inhibición del crecimiento de *Fusarium solani* f. sp. *phaseoli* por distintas cepas de *Rhizobium* no está correlacionada; estos autores sugieren la posibilidad de controlar este patógeno mediante la inoculación de semillas con cepas de *Rhizobium* con elevado antagonismo.

Por lo que respecta a los caracteres cuantitativos relativos al desarrollo radicular es importante destacar que los valores más altos tanto de longitud de la raíz principal como de la mayor secundaria se obtienen en las plantas que fueron tratadas con Himexazol, lo que concuerda con la atribución a esta materia activa de un marcado efecto como promotor del enraizamiento realizada por DE LIÑÁN (2003). Se considera interesante mencionar además que existen estudios que relacionan la estructura radicular con la resistencia frente al ataque de los hongos causantes del "mal de pie", y así en los ensayos de ROMÁN-AVILES *et al.* (2004) se detecta un comportamiento mediocre de los genotipos ensayados pertenecientes a la clase comercial Cranberry, a la que se adscribe la varie-

dad Pinta. En cualquier caso, el uso de cualquiera de los fungicidas ensayados proporciona valores de peso seco de la raíz significativamente mayores que los obtenidos en plantas testigo.

Por último, en cuanto a los parámetros de rendimiento, quizá los más relevantes en este estudio encaminado a determinar la eficacia de dos materias activas frente a *Fusarium solani*, y como se ha expuesto anteriormente, con la Carbendazima se obtuvieron los resultados significativamente más favorables. Es importante comentar que la comparación de producción realizada por SIPPEL y HALL (1982) entre plantas de alubias blancas sanas y plantas inoculadas con 500 conidios de *Fusarium solani* f. sp. *phaseoli* por gramo de sustrato detectó una reducción del 29,1% en el caso de rendimiento por planta. Dado que, según los datos expuestos en este trabajo, la aplicación de la Carbendazima permite obtener diferencias mayores respecto al testigo que el porcentaje anterior, habría que considerar, además de que se trata de otra variedad, la posible acción de esta materia activa sobre otros patógenos que pudieran haber estado interactuando y que no hubieran sido detectados en los análisis llevados a cabo.

A modo de conclusión de este ensayo puede decirse que con la aplicación de Carbendazima se vio incrementado el número de vainas por planta (considerado éste el componente del rendimiento que más influye en el mismo) y el rendimiento por planta, reduciéndose de forma significativa las pérdidas productivas que produce la infección por *Fusarium*. Este control químico es importante para paliar los daños en variedades locales de judía protegidas por la I.G.P. "Alubia de La Bañeza-León" de importancia económica en la región y en las que no se plantea la introducción de resistencia genética.

A la vista de estos resultados se considera interesante ampliar este estudio mediante ensayos complementarios en otros ambientes y con otras variedades que permitan confirmar la eficacia de la aplicación de Carbendazima. Además, sería interesante completar

la identificación de los hongos asociados al “*mal del pie*” y su importancia relativa en las zonas productoras de alubia en la provincia de León.

AGRADECIMIENTOS

Este estudio ha sido parcialmente financiado por la Diputación de León.

ABSTRACT

CAMPELO M. P., A. LORENZANA, M. F. MARCOS, M. ÁMEZ, J. A. BOTO, P. A. CASQUERO. 2007. Effectiveness in field of two fungicides for the control of root rot of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) in La Bañeza (León). *Bol. San. Veg. Plagas*, **33**: 297-308.

The effectiveness of the application of Carbendazim and Hymexazol by means of direct pulverization in the neck of plants of bean plants (“Pinta” landrace) is studied in a field infested by *Fusarium solani*. Qualitative parameters (symptomatology, nodules and fungal isolation) and quantitative (root develop and weight, pods per plant, seed number per pod and yield per plant) are evaluated. Fungicide applications improve significantly ($P<0,05$) the root growth. It is observed significant reduction ($P<0,05$) in fungal isolation and a highly significant increase ($P<0,01$) in pods per plant and yield per plant in plants treated with Carbendazim. Realization of complementary assays in other places and with other varieties is considered interesting because of the results obtained.

Key words: *Fusarium solani*, root rot, Carbendazim, Hymexazol, symptoms, yield.

REFERENCIAS

- ALVES, F. M. y MONTEAGUDO, A. B., 2001: La fusariosis de la judía. *Revista Agricultura*, **828**: 447-451.
- ALVES, F. M., CORDEIRO, L., SAYAGUÉS, J. M., MARTÍN, R., GARCÍA, P., CRESPO, M. C., DÍAZ, J. M. y ESLAVA, A. P. 2002. Pathogenicity and race characterization of *Fusarium oxysporum* f.sp. *phaseoli* isolates from Spain and Greece. *Plant Pathology*, **51**: 605-611.
- ARX, J. A. VON. 1981 (3^{ed.} Ed.). The genera of fungi sporulating in pure culture, Strauss & Cramer GmbH. Vaduz, Alemania, 424 pp.
- ASENSIO, C. 1996. La judía I. En: El cultivo de las leguminosas grano en Castilla y León. Franco, F. y Ramos, A. (Coords.). Junta de Castilla y León. Consejería de Agricultura. Valladolid, España, 295-318.
- BARNETT, H. L. y HUNTER, B. B. 1998 (4^{th.} Ed.). Illustrated genera of imperfect fungi, The American Phytopathological Society. Minnesota, United States, 218 pp.
- BERRA, D. y ARTEAGA, G., 1989: El complejo parasitario del pie de la judía en el País Vasco. *Cuadernos de fitopatología*, **2**: 53-57.
- BOTO, J. A. y LÓPEZ, F. J. 1999. La aplicación de fitosanitarios y fertilizantes. Universidad de León. León, España, 294 pp.
- BOUNASSISI, A. J., COPEMAN, R. J., PEPIN, H. S. y EATON, G. W. 1986. Effect of *Rhizobium* spp. on *Fusarium solani* f. sp. *phaseoli*. *Canadian Journal of Plant Pathology*, **8**: 140-146.
- BURKE, D. W. y HALL, R. 1991. *Fusarium* root rot. En: Compendium of bean diseases. Hall, R. (Ed.). The American Phytopathological Society. Minnesota, Estados Unidos, 9-10.
- CASQUERO, P. A., BUITRAGO, D., VALENCIANO, J. B., REINOSO, B. y BOTO, J. A. 2003. Características físicas de grano en variedades de judía de León y en variedades importadas. En: III Seminario de la Judía de la Península Ibérica. *Actas de la Asociación Española de Leguminosas*, **2**: 109-114.
- CIAT. 1987. Sistema estándar para la evaluación de germoplasma de frijol. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. 56 pp.
- CONTI, L. 1997. Conclusive results of a selection programme for obtaining a dwarf bean (*Phaseolus vulgaris*) resistant to some viruses and characterized by agronomical qualities. *Genet. Agr.*, **39**: 51-63.
- CORRIVEAU, J. L. y CARRÓLL, R. B. 1984. Reduced nodule number of soybean associated with water stress caused by fusarium wilt and tillage. *Canadian Journal of Plant Pathology*, **6**: 221-223.
- DAVET, P., RAVISÉ, A. y BAROUDY, C. 1980. La microflore fongique des racines du haricot au Liban. *Ann. Phytopathol.*, **12** (3): 235-252.
- DE LIÑÁN, C. 2003 (3^{a.} Ed.). Farmacología vegetal. Ediciones Agrotécnicas S.L. Madrid, España. 1270 pp.
- DE LIÑÁN, C. 2004 (21^{a.} Ed.). Vademécum de productos fitosanitarios y nutricionales 2005. Ediciones Agrotécnicas S.L. Madrid, España. 744 pp.
- DE LIÑÁN, C. 2006 (23^{a.} Ed.). Vademécum de productos fitosanitarios y nutricionales 2007. Ediciones Agrotécnicas S. L. Madrid, España. 752 pp.
- FILION, M., ST-ARNAUD, M. y HABAJI-HARE, S. H. 2003. Quantification of *Fusarium solani* f. sp. *phaseoli* in mycorrhizal bean plants and surrounding mycorrhizosphere soil using Real-Time Polymerase Chain

- Reaction and direct isolations on selective media. *Phytopathology*, **93** (2): 229-235.
- GARCÍA-MARÍ, F., COSTA, J. y FERRAGUT, F. 1994. Las plagas agrícolas. M. V. Phytoma España. Valencia, España. 376 pp.
- GONZÁLEZ, A. J. 2003. Desinfección de semilla de judía (*Phaseolus vulgaris* L.) tipo granja asturiana con antifúngicos y antibacterianos. *Bol. San. Veg. Plagas*, **29**: 461-470.
- GONZÁLEZ, A. J., MENDOZA, C. y TELLO, J. 2004. Microorganismos patógenos transmitidos por semilla de judía tipo Granja Asturiana. Saneamiento de semilla. SERIDA – KRK Ediciones. Oviedo, España. 160 pp.
- JUNTA DE CASTILLA Y LEÓN. 2007. <<http://www.jcyl.es>>. (Consulta 28/02/07).
- MAPA. 1984. Una fuente de proteínas. Alubias, garbanzos y lentejas. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid, España. 240 pp.
- MCFADDEN, R., HALL, R. y PHILLIPS, L. G. 1989. Relation of initial inoculum density to severity of fusarium root rot of white bean in commercial fields. *Canadian Journal of Plant Pathology*, **11**: 122-126.
- MESSIAEN, C. M., BLANCARD, D., ROUXEL, F. y LAFON, R. 1995. Enfermedades de las hortalizas. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. 576 pp.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN. 2007: <<http://www.mapa.es>>. (Consulta 28/02/07).
- ORDEN AYG/1254/2005, de 27 de septiembre, por la que se protege transitoriamente la Indicación Geográfica Protegida Alubia de La Bañeza-León, se aprueba su Reglamento, se crea su Consejo Regulador y se designa su órgano de control. *B. O. C. y L.*, **191**: 16826-16833.
- REINOSO, B. 2001. Prospección, caracterización y evaluación de variedades locales de judía grano (*Phaseolus vulgaris* L.) de la provincia de León. Tesis Doctoral. Universidad de León. León, España. 285 pp.
- ROMAN-AVILÉS, B., SNAPP, S. S. y KELLI, J. D. 2004. Assessing root traits associated with root rot resistance in common bean. *Field Crops Research*, **86**: 147-156.
- SANTALLA, M., DE RON, A. M. y VOYSEST, O. 2001. European bean market casses. En: Catalogue of bean genetic resources. Amurrio, E.; Santalla, M. y De Ron, A.M. (Eds.). PHASELIEU. Misión Biológica de Galicia (CSIC). Pontevedra, España. 77-94.
- SAS INSTITUTE. 1990 (4th Ed.). SAS/STAT user's guide. Version 6, Vols. 1 and 2. Cary, NC, SAS Institute Inc.
- SINOBAS, J., IGLESIAS, C. y GARCÍA, A. 1994. Prospección de las micosis en los invernaderos de Villa del Prado (Madrid) y su incidencia en el cultivo de judía (*Phaseolus vulgaris* L.). *Bol. San. Veg. Plagas*, **20**: 889-898.
- SIPPELL, D. W. y HALL, R. 1982. Effects of *Fusarium solani phaseoli*, *Pythium ultimum*, and *F. oxysporum* on yield components of white bean. *Canadian Journal of Plant Pathology*, **4**: 54-58.
- TELLO, J. C., GONZÁLEZ, A. J., VARES, F. y FUELLO, M. A. 1990. Espermatoflora de las judías (*Phaseolus vulgaris* L.) para siembra de Asturias. *ITEA*, **86V** (2): 67-74.
- TELLO, J. C., LACASA, A. y MOLINA, R. 1985. Una nota fitopatológica sobre el complejo parasitario del pie de la judía (*Phaseolus vulgaris* L.). *Información Técnica Económica Agraria*, **61**: 57-69.
- VALENCIANO, J. B. 2000. Utilización de pesticidas para la desinfección y la protección de la alubia (*Phaseolus vulgaris* L.) previamente a la realización de la siembra en la provincia de León durante el año 1999. *Bol. San. Veg. Plagas*, **26**: 513-519.
- VALENCIANO, J. B., CASQUERO, P. A., BOTO, J. A., MARCELO, V. 2006. Evaluation of the occurrence of root rots on bean plants (*Phaseolus vulgaris*) using different sowing methods and with different techniques of pesticide application. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, **34**: 291-298.
- VELASQUEZ-VALLE, R., SCHWARTZ, H. F. y DÍAZ-MINGUEZ, J. M. 1997. Pathogenicity and race characterization of *Fusarium oxysporum* f.sp. *phaseoli* isolates from Spain to *Phaseolus vulgaris*. *Plant Disease*, **81** (3): 312.

(Recepción: 29 marzo 2007)

(Aceptación: 18 mayo 2007)

SUMARIO DEL VOL. 33 (2)

ENTOMOLOGÍA

O. R. DI IORIO. New host plant records in Argentina for two species in the genus <i>Phoracantha</i> Newman, 1840 (Coleoptera: Cerambycidae)	137
E. VALÉRIO, A. CECÍLIO, A. MEXIA. Interactions between aphid species and beneficial organisms in sweet pepper protected crop	143
E. VALÉRIO, A. CECÍLIO, A. MEXIA. Population dynamics of aphids (Homoptera: Aphididae) and beneficial organisms on protected strawberry crop	153
L. VALVERDE. Abundancia y distribución de los huevos de las principales especies de lepidópteros noctuidos plagas en el cultivo de soja en Tucumán, Argentina	163
A. HUERTA, F. ROBREDO, J. DIEZ, J. A. PAJARES. Cría en laboratorio de <i>Tetrastichus turionum</i> Htg. (Hym.: Eulophidae), un parasitoide de crisálidas de <i>Rhyacionia buoliana</i> Den. et Schiff. (Lep.: Tortricidae)	169
A. M. JAUSET, M. ARTIGUES, M. J. SARASÚA. Estudio de algunas características de las plantas en variedades de peral y su relación con la incidencia de la psila (<i>Cacopsylla Pyri</i> (L.) Hemiptera: Psyllidae).	179
S. B. PADÍN, E. M. RICCI, C. HENNING, S. RÉ, J. RINGUELET, E. CERIMELE. Insecticidas botánicos para el control de <i>Myzus persicae</i> Sulz. (Hemiptera: Aphididae) en <i>Brassica oleracea</i> var. capitata	187
J. CASADO ÁLVAREZ, S. SORIA CARRERAS. Descripción del ciclo biológico y distribución de las principales cochinillas que afectan a las acículas de los pinos en la Comunidad Autónoma de Madrid	195
M. COCA-ABIA, C. QUERO LÓPEZ, J. M. SOPENA MAÑAS, E. MARTÍN BERNAL, A. GUERRERO. Contribución al conocimiento de la Ortopterocenosis de la Península Ibérica	209

PATOLOGÍA

J. MORAL, R. OLIVEIRA, J. C. TELLO, A. TRAPERO. Caracterización fisiológica y patogénica de aislados de <i>Colletotrichum</i> spp. causantes de la antracnosis del olivo	219
A. ZARCO, J. R. VIRUEGA, L. F. ROCA, A. TRAPERO. Detección de las infecciones latentes de <i>Spilocaea oleagina</i> en hojas de olivo	235

TERAPÉUTICA

M. RUIZ TORRES, A. MONTIEL BUENO. Eficacia de los tratamientos mediante árboles-cebo contra la Mosca del Olivo (<i>Bactrocera oleae</i> , Gmel; Tephritidae, Diptera) en la provincia de Jaén	249
M. RUIZ TORRES, A. MONTIEL BUENO. Efecto de los tratamientos-cebo aéreos con spinosad contra Mosca del Olivo (<i>Bactrocera oleae</i> , Gmel.; Diptera: Tephritidae) sobre la entomofauna del olivar en la provincia de Jaén	267
H. O. S. DÓRIA, N. M. M. S. ALBERGARIA, V. ARTHUR, S. A. DE BORTOLI. Effect of gamma radiation against the Mediterranean fruit fly <i>Ceratitis capitata</i> (Diptera:Tephritidae) in guava fruits	285
A. J. GONZÁLEZ, G. GONZÁLEZ-VARELA. Ensayo <i>in vitro</i> de fungicidas frente a <i>Exserohilum turcicum</i> , agente causal del tizón norteño del maíz, en Asturias	289
M. P. CAMPELO, A. LORENZANA, M. F. MARCOS, M. ÁMEZ, J. A. BOTO, P. A. CASQUERO. Eficacia en campo de dos fungicidas para el control del mal del pie de la judía (<i>Phaseolus vulgaris</i>) en La Bañeza (León)	297

