

# BOLETÍN DE SANIDAD VEGETAL

VOLUMEN 32 - NÚMERO 1 - 2006 - 1<sup>er</sup> Trimestre

# PLAGAS



MINISTERIO  
DE AGRICULTURA, PESCA  
Y ALIMENTACIÓN

SECRETARÍA GENERAL  
DE AGRICULTURA Y  
ALIMENTACIÓN

DIRECCIÓN GENERAL  
DE AGRICULTURA

## 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 del eriódido de las agallas del ciruelo.

## 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 32**  
**núm. 1**  
**2006**  
**1er Trimestre**

DIRECTOR  
*Francisco Mombiola*

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*  
*Consuelo Pérez*  
*Cándido Santiago*  
*Julio C. Tello*  
*Juan J. Tuset*  
*Fernando Varés*  
*Carlos Zaragoza*

EDITOR  
*Centro de Publicaciones*  
*Agrarias, Pesqueras y*  
*Alimentarias*

ISSN: 0213-6910  
NIPO: 251-06-010-5  
Depósito Legal: M-2975-1976  
Imprime: I.G. Saljen, S.L.

# SUMARIO

## ENTOMOLOGÍA

- E. VALÉRIO, A. CECÍLIO, F. A. ILHARCO, A. MEXIA. A problemática da limitação das populações do afídeo *Nasonovia ribisnigri* (Mosley) (Homoptera: Aphidoidea), em cultura protegida de alface (*Lactuca sativa* Linné), na região Oeste de Portugal Continental ..... 3
- A. JIMÉNEZ, F. J. SORIA, M. VILLAGRÁN, M. E. OCETE. Distribución espacial y temporal de *Cydia fagiglandana* (Zeller) (Lepidoptera: Tortricidae) en un encinar del suroeste de España. .... 13
- E. LÓPEZ-SEBASTIÁN, M. A. VÁZQUEZ, J. SELFA. Sobre *Holcogaster weberi* (Hemiptera: Pentatomidae) como oófago esporádico de *Thaumetopoea pityocampa* (Lepidoptera: Notodontidae) en el norte de Valencia (España). .... 21
- M. I. PATANITA, F. MARTINS, E. VARGAS OSUNA. Contribución al conocimiento de la entomofauna beneficiosa del nogal. .... 29
- M. I. PATANITA, E. VARGAS OSUNA. Utilización de feromona sexual para el control de *Zeuzera pyrina* L. (Lepidoptera: Cossidae) en nogal. .... 37
- L. M. TORRES-VILA, E. CRUCES CALDERA, M. C. RODRÍGUEZ-MOLINA, Á. SÁNCHEZ GONZÁLEZ, E. DELGADO VALIENTE, J. J. FERRERO GARCÍA, F. PONCE ESCUDERO, E. PALO NUÑEZ, F. BARRENA GALÁN, M. C. AZA BARRERO, F. RODRÍGUEZ CORBACHO. Daños, distribución espacial e interacción intra- e inter-específica de los principales carpófagos de encina y alcornoque en Extremadura: *Curculio elephas* Gyllenhal, *Cydia fagiglandana* Zeller y *Cydia triangulella* Goeze. .... 45
- L. M. TORRES-VILA, Á. SÁNCHEZ GONZÁLEZ, F. PONCE ESCUDERO, E. DELGADO VALIENTE, M. C. AZA BARRERO, F. BARRENA GALÁN, J. J. FERRERO GARCÍA, E. CRUCES CALDERA, F. RODRÍGUEZ CORBACHO. Dinámica poblacional de *Bactrocera oleae* Gmelin en Extremadura: fluctuación estacional en el estado reproductivo y en el tamaño imaginal. .... 57
- J. M. DURÁN, T. PRATS, A. DE LA ROSA, A. SÁNCHEZ, M. ALVARADO. Control de *Acalitus phloeocoptes* Nalepa (Acarina, Eriophyidae), eriófido de las agallas del ciruelo, en la Vega de Sevilla. .... 71
- M. ALVARADO, J. M. DURÁN, M. I. GONZALEZ, N. JIMÉNEZ, A. SERRANO. Estudios sobre *Resseliella oleisuga* (Targioni-Tozzetti, 1886) (Diptera: Cecidomyiidae), mosquito de la corteza del olivo, en la provincia de Sevilla. .... 79

M. ALVARADO, J. M. DURÁN, N. JIMÉNEZ, A. SERRANO, A. DE LA ROSA. Contribución al conocimiento de <i>Polydrusus xanthopus</i> (Gyllendhal, 1834) (Coleoptera: Curculionidae), otiorrinco verde del olivo, en la provincia de Sevilla. ....	87
---	----

### **PATOLOGÍA**

J. A. HERRERA, J. M. OSORIO, L. C. SALAZAR, O. FERNÁNDEZ (†). Hospedantes de los Potyvirus del melón ( <i>Cucumis melo</i> L.) en la provincia de Los Santos, Panamá. ....	95
--	----

### **TERAPÉUTICA**

I. SÁNCHEZ-OSORIO, R. TAPIAS, G. LÓPEZ, L. DOMÍNGUEZ. Estructura básica y principales parámetros de un dispositivo para el estudio electroantenográfico de estímulos olfativos en Cerambícidos .....	109
--	-----

#### Comunicación

V. ARTHUR, P. B. ARTHUR. Controle de <i>Sitophilus linearis</i> (Herbst) (Coleóptera: Curculionidae) em <i>Tamarindus indica</i> através da radiação gama do Cobalto-60. ....	121
---	-----

N. ZAPATA, F. BUDIA, G. SILVA, E. VIÑUELA, P. MEDINA. Actividad antialimentaria de <i>Maytenus boaria</i> Mol., <i>Peumus boldus</i> Mol. y <i>Quillaja saponaria</i> Mol. sobre <i>Spodoptera littoralis</i> (Boisd). ....	125
---	-----

### **OTROS TEMAS**

F. J. NÚÑEZ SIMARRO, D. PALMERO LLAMAS, C. IGLESIAS GONZÁLEZ, M. DE CARA GARCÍA, J. SINOBAS ALONSO (†), J. C. TELLO MARQUINA. Biogeografía de especies de <i>Fusarium</i> en el litoral mediterráneo de España. ....	137
--	-----

<b>RECENSIÓN DE PUBLICACIONES</b> .....	151
---	-----

## A problemática da limitação das populações do afídeo *Nasonovia ribisnigri* (Mosley) (Homoptera: Aphidoidea), em cultura protegida de alface (*Lactuca sativa* Linné), na região Oeste de Portugal Continental

E. VALÉRIO, A. CECÍLIO, F. A. ILHARCO, A. MEXIA

*Nasonovia ribisnigri* (Mosley) é uma praga importante da cultura da alface (*Lactuca sativa* Linné) em Portugal. Neste trabalho realizaram-se ensaios (1998) e prospecções (1999-2002) na região Oeste, com o objectivo de estudar a dinâmica de populações e a biodiversidade das espécies de afídeos e de seus inimigos naturais, em cultura protegida de alface sujeita à prática da Protecção Integrada.

A espécie de afídeo identificada foi *N. ribisnigri*. Na Colecção de Afídeos da Estação Agronómica Nacional-CAEAN, está assinalada a ocorrência, com interesse económico, do afídeo *Pemphigus bursarius* (Linné) na raiz da alface, no Algarve e em Sintra, contudo nas observações efectuadas no decorrer dos ensaios e nas prospecções, esta espécie não foi observada. Foi identificado parasitismo primário das espécies *Aphelinus asychis* (Walker) (Hymenoptera: Aphelinidae) e *Aphidius ervi* Haliday (Hymenoptera: Aphidiidae) a parasitar *N. ribisnigri*, cuja actividade apenas se observou a partir de finais de Abril. Os predadores não foram observados em actividade nos ecossistemas prospectados.

Os focos iniciais de afídeos observaram-se junto às aberturas laterais do lado dos ventos dominantes tendo sido submetidos a uma intervenção química localizada, que limitou as populações de afídeos. Os níveis populacionais mais elevados estiveram associados à fase de formação do repolho da alface, o que dificultou a limitação do afídeo *N. ribisnigri*.

A presença de *N. ribisnigri*, no repolho da alface inviabiliza a sua comercialização ou reduz o seu preço a níveis que não compensam os custos de colheita.

E. VALÉRIO, A. CECÍLIO, F. A. ILHARCO, A. MEXIA. Estação Agronómica Nacional – INIAP, Departamento de Protecção das Plantas, Av. da República, Nova Oeiras, 2784-505 Oeiras, Portugal. elsaval@sapo.pt  
A. MEXIA. Instituto Superior de Agronomia, Departamento de Protecção das Plantas e Fitoecologia, Secção de Protecção Integrada, Tapada da Ajuda, 1349-017 Lisboa, Portugal.

**Palavras chave:** *Nasonovia ribisnigri* (Mosley) afídeos. *Lactuca sativa* Linné, alface, cultura protegida, Protecção Integrada, parasitóides.

### INTRODUÇÃO

O afídeo *Nasonovia ribisnigri* (Mosley, 1841) (Homoptera: Aphidoidea) é uma praga importante na cultura da alface, na Europa (MARTIN *et al.*, 1996; ELLIS *et al.*, 1996;

STUFKENS *et al.*, 2003; KIFT *et al.*, 2004). Esta espécie desenvolve-se no repolho da alface, dificultando a sua detecção e limitação (STUFKENS *et al.*, 2003; WORKMAN *et al.*, 2004; KIFT *et al.*, 2004; ELLIS *et al.*, 1996; PALUMBO *et al.*, 2001), o que causa



Sector 1



Sector 2



Sector 3

Figura 1 – Plantação intercalar de alface x pimento (sector 1), alface x feijão verde (sector 2) e alface x tomate (sector 3). Sta Cruz, Torres Vedras. 1998.

elevados prejuízos ao tornar inviáveis comercialmente as alfaces onde se detecta a sua presença (KIFT *et al.*, 2004; DUBON, 1999).

A difícil limitação de *N. ribisnigri* deve-se não só à sua localização na planta mas também à sua capacidade para adquirir resistência a alguns insecticidas (STUFKENS *et al.*, 2003; KIFT *et al.*, 2004; RUFINGIER *et al.*, 1999; MARTIN *et al.*, 1996; WORKMAN *et al.*, 2004), o que tem levado a procurar alternativas ao seu combate, nomeadamente a utilização de inimigos naturais, onde se ressalta a importância dos sirfídeos (LACASA *et al.*, 2003; NUNNENMACHER & GOLDBACH, 1996; PASCUAL-VILLALOBOS *et al.*, 2004), e com menor impacto, coccinélídeos e parasitóides de afídeos, antocorídeos, cecidomídeos e crisopídeos (LACASA *et al.*, 2003; NUNNENMACHER & GOLDBACH, 1996). Tem-se referido também a importância da utilização de plantas resistentes (DUBON, 1999; DUBON, 2001; VAN DER AREND 2003; VASICEK *et al.*, 1999; LACASA *et al.*, 2003).

Na região mediterrânica, além de *N. ribisnigri*, é também referida a importância de *Myzus persicae* (Sulzer), e assinalada a presença das espécies *Aulacorthum solani* (Kaltenbach), *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas) e *Aphis gossypii* Glover (LACASA *et al.*, 2003).

Em Portugal, *N. ribisnigri* é a espécie referida como praga da alface (ILHARCO, 1973; 1992).

A *N. ribisnigri* é uma espécie de afídeo holocíclica e heterócica comum na Europa e América, tendo como hospedeiro primário *Ribes* spp., e como hospedeiro secundário Compostas Ligulifloras. Contudo, em Portugal tem multiplicação partenogenética permanente em alface e outras Compostas Ligulifloras (*Andryala integrifolia* L., *Crepis vesicaria* (L.) ssp. *haenseleri* (DC.) P.D. Sell, *Cichorium endivia* L.) conforme os registos da Coleção de Afídeos da Estação Agronómica Nacional-CAEAN n.ºs.: 2167b; 2744; 4642; 4662b; 5328a; 5349b. Não são conhecidos registos da sua presença em *Ribes* spp., em Portugal, daí o seu comportamento ser considerado anolocíclico.

O presente trabalho teve como objectivo estudar a dinâmica populacional de afídeos e seus inimigos naturais em cultura protegida de alface, conduzida como cultura intercalar de feijão verde, pimento e tomate. Com esta prática cultural pretendeu-se avaliar a influência de outras culturas hortícolas que, não sendo hospedeiras de *N. ribisnigri*, funcionem como barreira física à sua dispersão. Refere-se também o resultado das prospekções de afídeos e seus inimigos naturais realizadas em diferentes locais da região Oeste.

**MATERIAL E MÉTODOS**

**Ensaio de Cultura Protegida**

Este trabalho decorreu no ano de 1998, numa estufa com 5000 m<sup>2</sup>, na região Oeste de Portugal (S<sup>1</sup>a Cruz, Torres Vedras). A variedade de alface utilizada foi a 'Floreal' e

a cultura foi conduzida segundo a prática da Protecção Integrada. A estufa foi dividida em três sectores tendo-se plantado alface intercalada com as culturas de pimento (sector 1: 7 Janeiro e 11 de Março), feijão verde (sector 2: 7 de Janeiro) e tomate (sector 3: 19 Janeiro) (Figura 1).

A substância activa utilizada como aficida foi o pirimicarbe, por ser a recomendada em protecção integrada para a alface. No sector 1 efectuaram-se três tratamentos, tanto na cultura plantada em Janeiro como na cultura plantada em Março. No sector 2 efectuaram-se dois tratamentos localizados nos focos de afídeos que apresentavam populações mais elevadas e no sector 3 efectuou-se um tratamento também localizado.

A evolução de temperatura, obteve-se através da instalação de três termo-higrógrafos, um por sector (Figura 2).

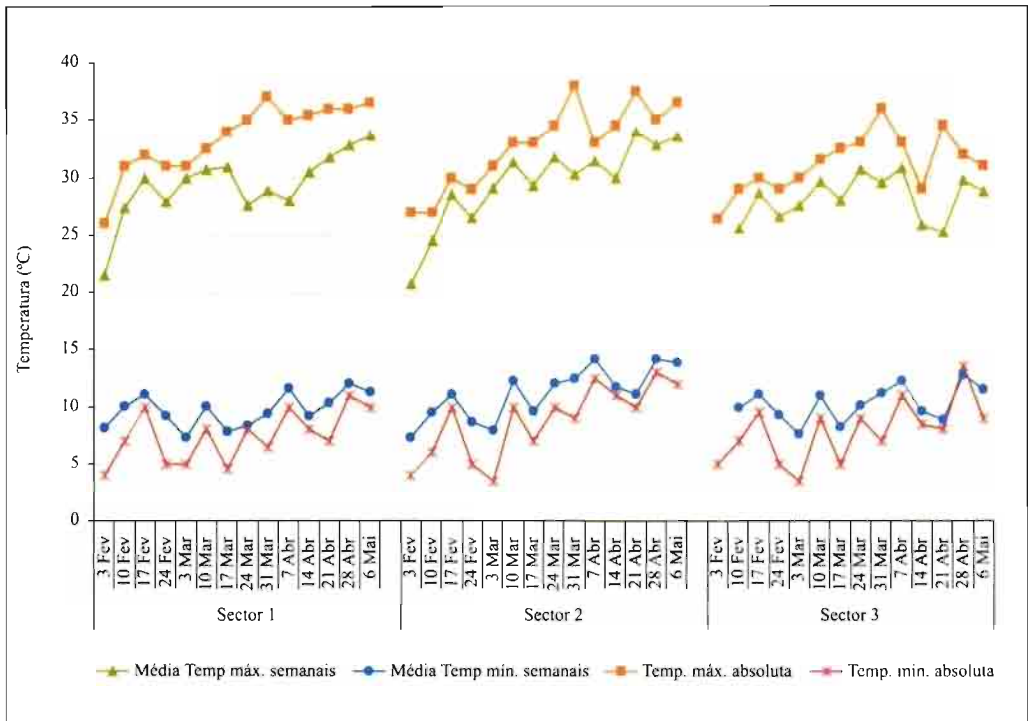


Figura 2 – Temperaturas (°C) registadas em três termohigrógrafos (1, 2 e 3), colocados em três localizações diferentes da estufa. S<sup>1</sup>a Cruz, Torres Vedras, 1998.

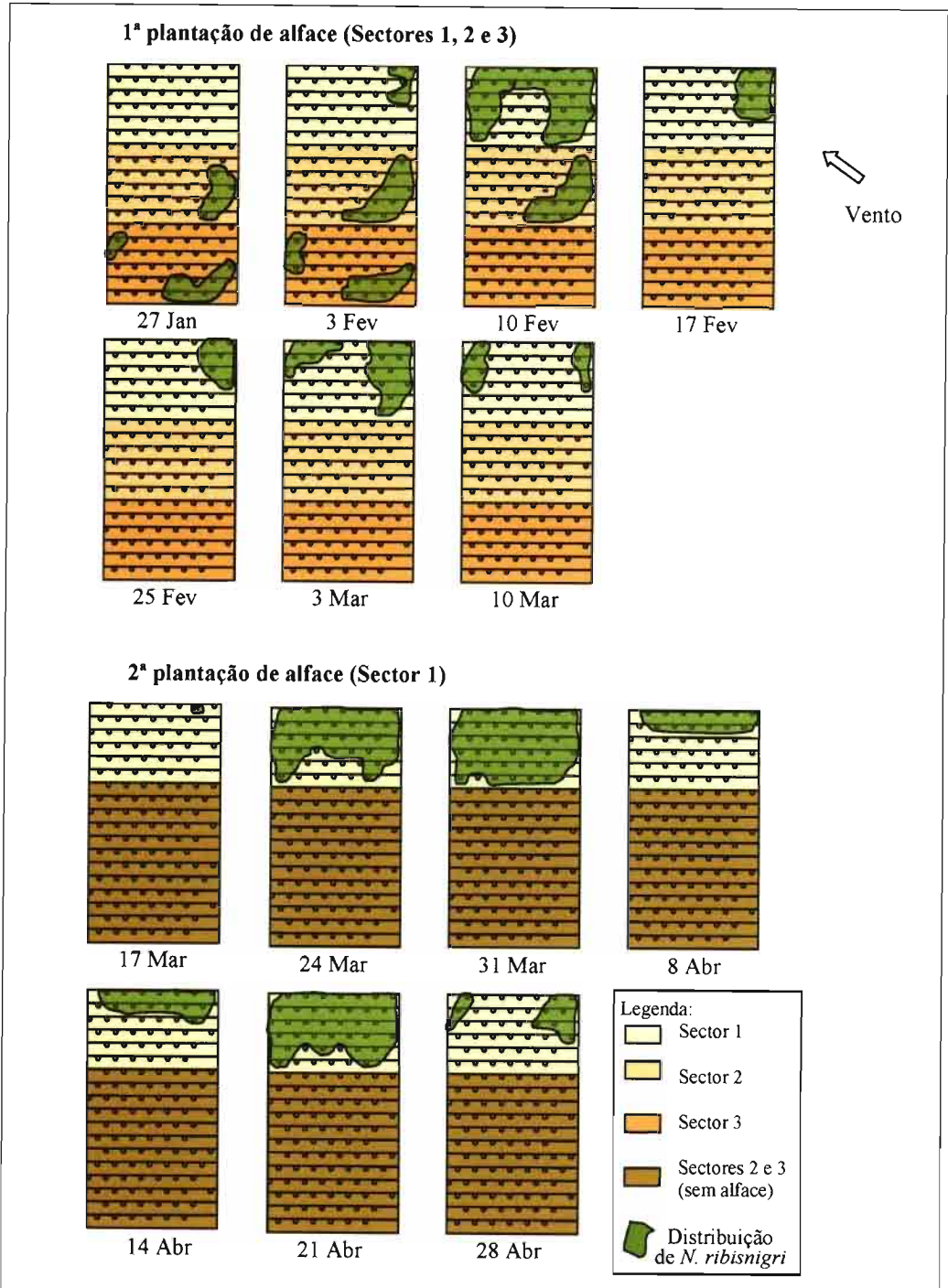


Figura 3 – Representação esquemática da distribuição do afídeo *Nasonovia ribisnigri*, na cultura de alface. S<sup>1</sup>a Cruz, Torres Vedras. 1998.



Quadro 1. Evolução do número de plantas com afídeos nos três sectores da estufa. S<sup>ta</sup> Cruz, Torres Vedras, 1998.

Data / Sector	27 Jan	03 Feb	10 Feb	17 Feb	25 Feb	03 Mar	10 Mar	17 Mar	24 Mar	31 Mar	08 Abr	14 Abr	21 Abr	28 Abr
Sector 1	0	3	28	7	6	17	8	1	31	39	13	14	34	10
Sector 2	4	9	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sector 3	8	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

*Metodologia de amostragem de populações de afídeos:*

As populações de afídeos foram avaliadas semanalmente, 'in situ', pela estimativa da percentagem de plantas com afídeos, tendo sido amostradas 40 alfaces por sector.

Realizaram-se também semanalmente colheitas de 8 alfaces por sector para quantificação e identificação de afídeos e de seus inimigos naturais, tendo sido utilizado o método destrutivo. As amostras que apresentavam mummies de afídeos mantiveram-se em

caixas de emergência de parasitóides durante 30 dias. Após este período procedeu-se à identificação dos parasitóides de afídeos.

**Prospecções**

Nos anos de 1999, 2000, 2001 e 2002, realizaram-se prospecções de afídeos e inimigos naturais, em diferentes locais da região Oeste. As estufas estavam sujeitas à prática da protecção integrada e ao modo de produção biológico e eram representativas da cultura na região.

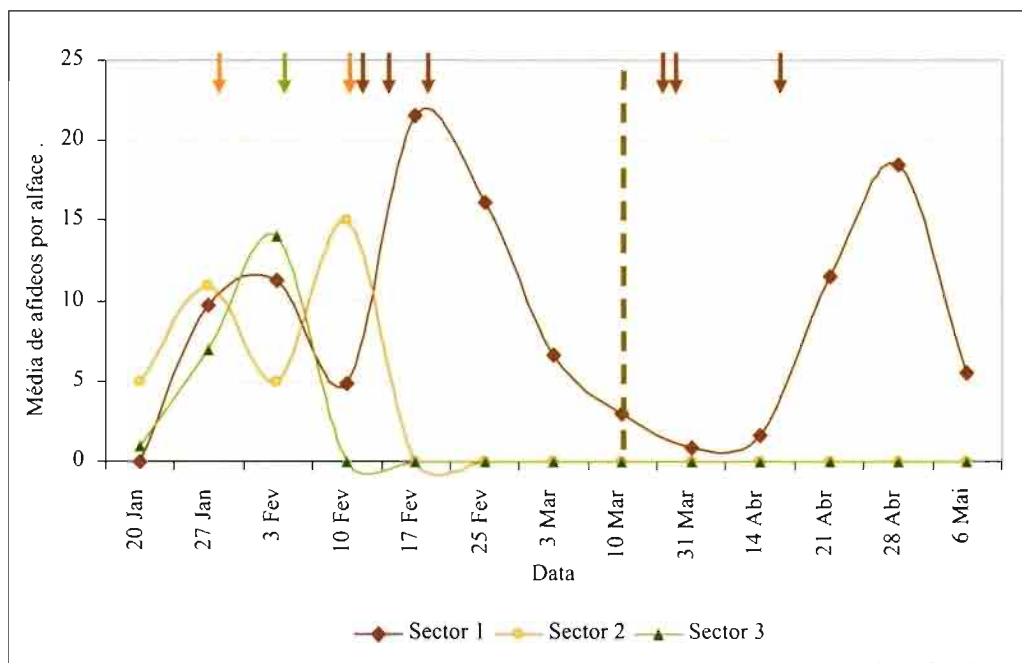


Figura 4 – Evolução da média de afídeos por alface nos três sectores da estufa. S<sup>ta</sup> Cruz, Torres Vedras, 1998. As setas indicam aplicações com pirimicarbe e o tracejado uma nova plantação de alface.

As prospeções consistiram na colheita de amostras para identificação de afídeos e seus inimigos naturais, e realizaram-se entre Fevereiro e Março, nos seguintes locais: Caldas da Rainha (2002), Lourinhã (2000 e 2001), Sta Cruz (1999, 2000, 2001) e Silveira (1999, 2000, 2001, 2002).

Os agricultores foram inquiridos sobre os prejuízos causados por afídeos e sobre a presença de inimigos naturais na alface, sendo estes elementos complementados com informação transmitida por algumas empresas distribuidoras de produtos frescos, relativamente à viabilidade comercial de alfaces com a presença de afídeos.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Bodiversidade de afídeos e parasitismo

A espécie de afídeo identificada nas prospeções e ensaios de cultura protegida de alface foi a *N. ribisnigri*, não tendo sido observada outra espécie de afídeo neste trabalho, no entanto, na Colecção de Afídeos da Estação Agronómica Nacional-CAEAN, está assinalada a ocorrência, com interesse económico, do afídeo *Pemphigus bursarius* na raiz da alface, no Algarve e em Sintra. No

ensaio de cultura protegida, a parasitar *N. ribisnigri*, foram observados os parasitóides primários *Aphidius ervi* Haliday (Hymenoptera: Aphidiidae) e *Aphelinus asychis* (Walker) (Hymenoptera: Aphelinidae).

Nos anos de 1999, 2000, 2001 e 2002, todas as amostras colhidas durante as prospeções indicavam apenas a presença do afídeo *N. ribisnigri*, não tendo sido observados inimigos naturais deste afídeo. Contudo, durante o ensaio que se refere a seguir foi observado parasitismo.

### Ensaio de Cultura Protegida

As populações de afídeos foram inicialmente observadas em pequenos focos isolados nos sectores 2 e 3 (Figuras 3 e 4), pelo que se recorreu a tratamentos localizados com pirimicarbe nestes focos a 27 Janeiro e 10 Fevereiro (sector 2) e a 3 Fevereiro (sector 3). O aparecimento deste foco inicial pareceu estar relacionado com a direcção dos ventos dominantes, não se tendo verificado reinfestações nestes sectores. Esta dinâmica populacional esteve associada a um rápido crescimento inicial da cultura de feijão verde e tomateiro, que pode ter funcionado como uma barreira física que impediu a dispersão do afídeo.

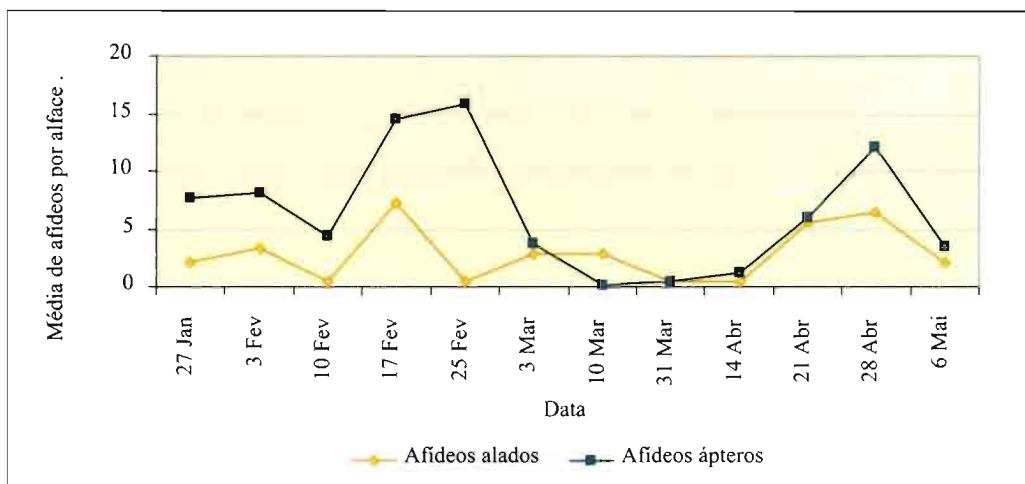


Figura 5 – Evolução da média de afídeos alados e ápteros ao longo do ciclo vegetativo da cultura de alface. Sector 1. S<sup>ta</sup> Cruz, Torres Vedras, 1998.

Apesar de se verificar o aparecimento dos primeiros focos nos sectores 2 e 3, foi no sector 1 que as populações de afídeos atingiram níveis mais elevados (Figuras 3 e 4). A cultura de pimento não permitiu o efeito de barreira física para a dispersão dos afídeos devido não só ao lento crescimento inicial devido à fisiologia da planta mas também a problemas provocados por outras pragas. No quadro 1 podemos verificar a evolução do número de plantas com afídeos nos três sectores da estufa.

No sector 1, ao contrário do que se observou nos sectores 2 e 3, apesar de se verificar um decréscimo na média de afídeos por planta, a 10 de Fevereiro (Figura 4), a percentagem de plantas com a presença de afídeos atinge mais de 60 % (Figura 3). A partir de meados de Fevereiro, verificou-se um pico do nível de infestação de afídeos nas plantas (Figuras 4 e 5), que pode estar associado a um aumento da temperatura (Figura 2), no entanto, observou-se menor percentagem de plantas com afídeos (Figura 3). A diminuição da dispersão das populações de afídeos para plantas vizinhas esteve associada a aplicações sucessivas com o aficida pirimicarbe a 10 Fevereiro, sendo repetido a 13 Fevereiro e a 20 Fevereiro, apesar desta diminuição, a praga não foi limitada. MARTIN *et al.* (1996) e RUFINGIER *et al.* (1997) verificaram que populações do afídeo *N. ribisnigri* desenvolveram resistência à substância activa pirimicarbe.

Com a replantação de alface no sector 1 (11 Março), a média de afídeos por planta manteve-se baixa até meados de Abril (Figura 4), contudo, neste período observou-se uma rápida dispersão dos afídeos que na segunda semana após a plantação estavam presentes em 77 % das alfases (Figura 3), o que implicou a aplicação de pirimicarbe em 28 de Março, 2 e 17 de Abril. A 21 de Abril registou-se o aumento de formas aladas (Figura 5) e em simultâneo a dispersão por 85 % das plantas.

A segunda plantação de alface no sector 1, coincidiu com o final da colheita da cultura anterior de modo que se mantiveram como focos de dispersão de afídeos as plantas de alface em colheita. A Figura 5 mostra que

ocorreu um pico de formas aladas coincidente com a plantação (11 Março).

Associado ao aumento das temperaturas (a partir de 21 de Abril), verificou-se o aparecimento de parasitismo, que passou de 3 % em 21 de Abril para 58 % em 28 de Abril. Com a cultura já em colheita (6 Maio), registou-se 100 % de parasitismo, sendo 90 % de afelinídeos. O aparecimento de parasitismo espontâneo, principalmente afelinídeos, contribuiu para a redução de afídeos vivos, na fase final da cultura.

A informação recolhida junto das empresas distribuidoras e dos agricultores confirma que a presença de afídeos inviabiliza a comercialização da alface, reconhecendo os agricultores que os preços descem para níveis que não compensam os custos da colheita. A exigência por parte do sector da comercialização leva também à rejeição das plantas com múmias de afídeos.

Não foram observados outros inimigos naturais, nomeadamente predadores, no decurso do trabalho. A época do ano em que a cultura se encontra no terreno, principalmente devido às baixas temperaturas e à localização dos afídeos na parte interna do repolho da alface, onde dificilmente se detecta a sua presença, não favorece a actuação de predadores autóctones pelo que se deveria ponderar a sua introdução nas estufas através de largadas (NUNNENMACHER & GOLDBACH, 1996). Posteriormente à realização deste trabalho, observou-se a presença de larvas de sirfídeos em estufas de cultura intercalada de alface com pimento, na região Oeste de Portugal.

## CONCLUSÃO

Na região Oeste de Portugal o afídeo *Nasonovia ribisnigri* é uma praga chave da cultura da alface.

No ensaio realizado, verificou-se que a utilização de feijão verde e tomate nos sectores 2 e 3, como culturas intercalares, constituiu uma vantagem relativamente à utilização da cultura de pimento que, além de apresentar crescimento mais lento, apresentou alguns problemas, nomeadamente devi-

do a outras pragas, na fase inicial o que permitiu uma colonização mais eficaz de *N. ribisnigri* para outras linhas da cultura de alface. Assim, os métodos culturais são de extrema importância neste tipo de estufa de grandes dimensões em que se fazem várias culturas simultaneamente.

O escalonamento das colheitas deve ser reduzido ao máximo para permitir a retirada do terreno da totalidade de uma produção de alface, antes de se efectuar nova plantação, para evitar que as alfices em colheita funcionem como foco de dispersão de *N. ribisnigri* para as jovens plantas (VALÉRIO, 1999).

O pirimicarbe mostrou eficácia a reduzir a dispersão dos afídeos ao nível da parcela,

contudo, mantiveram-se os focos de dispersão, onde os níveis populacionais eram mais elevados.

A utilização de parasitóides em estufas de alface sujeitas à prática de protecção integrada não pode constituir uma opção alternativa neste caso, pois como acontece com os afídeos, a presença de múmias nas alfices inviabiliza a sua comercialização ou reduz o seu preço a níveis que não compensam os custos com a colheita.

A utilização de outros inimigos naturais, nomeadamente predadores (larvas de sírfidos, coccinelídeos e crisopídeos) através de largadas nas estufas deveria ser experimentalmente (NUNNENMACHER & GOLDBACH, 1996).

#### RESUMEN

VALÉRIO E., A. CECÍLIO, F. A. ILHARCO, A. MEXIA. 2006. La problemática del control de poblaciones de *Nasonovia ribisnigri* (Mosley) (Homoptera: Aphidoidea) en cultivo protegido de lechuga (*Lactuca sativa* Linné), en la región Oeste de Portugal Continental. *Bol. San. Veg. Plagas*, **32**: 3-11.

*Nasonovia ribisnigri* (Mosley) es una plaga importante de lechuga (*Lactuca sativa* Linné) en Portugal. En este trabajo se realizaron ensayos (1998) y prospecciones (1999-2002) en la región Oeste de Portugal, con el objetivo de estudiar la dinámica poblacional y la biodiversidad de áfidos y enemigos naturales, en cultivo de lechuga bajo invernadero, en protección integrada.

En este trabajo se ha identificado el áfido *N. ribisnigri*. En la Colección de Áfidos de Estación Agronómica Nacional - CAEAN, también ha sido registrada la presencia, con interés económico, de *Pemphigus bursarius* (Linné) en las raíces de lechuga, en la región de Algarve y en Sintra (Lisboa), aunque durante el período de observación no se ha registrado. Se han identificado los parasitoides *Aphelinus asychis* (Walker) (Hymenoptera: Aphelinidae) y *Aphidius ervi* Haliday (Hymenoptera: Aphidiidae) sobre *N. ribisnigri* a finales de abril. No se ha registrado la presencia de predadores en los ecosistemas estudiados.

Las primeras colonias de áfidos se observaron en las plantas cerca de las aberturas laterales de los invernaderos expuestas a los vientos dominantes, y se aplicó un tratamiento localizado que limitó las poblaciones de los mismos. Los mayores niveles poblacionales se registraron cuando se había formado el repollo de lechuga, lo que dificultó la limitación de *N. ribisnigri*.

La presencia de *N. ribisnigri* en el repollo de lechuga imposibilita su comercialización o disminuye su precio a niveles que no compensa el coste de cosechar.

**Palabras clave:** *Nasonovia ribisnigri* (Mosley), áfido, *Lactuca sativa* Linné, lechuga, invernadero, protección integrada, parasitoide.

#### ABSTRACT

VALÉRIO E., A. CECÍLIO, F. A. ILHARCO, A. MEXIA. 2006. The problematic of aphid *Nasonovia ribisnigri* (Mosley) (Homoptera: Aphidoidea) population control in protected lettuce (*Lactuca sativa* Linné) crop, in West Continental Portugal. *Bol. San. Veg. Plagas*, **32**: 3-11.

*Nasonovia ribisnigri* (Mosley) is an important pest of lettuce crop (*Lactuca sativa* Linné) in Portugal. This work reports an assay (1998) and a survey (1999-2002) directed to lettuce protected crops in the Oeste region of Portugal, with the propose of studying

the population dynamics and the biodiversity of aphid species and their natural enemies, in protected crops within the scope of plant pest management.

The aphid species identified was *N. ribisnigri*. In the "Aphid Collection of Estação Agronómica Nacional-CAEAN", the presence, with economic importance, of the aphid *Pemphigus bursarius* (Linné) on the roots of lettuce, in Algarve region and in Sintra (Lisbon) is documented, however, this specie was not recorded during the period of observation. Primary parasitism of the species *Aphelinus asychis* (Walker) (Hymenoptera: Aphelinidae) and *Aphidius ervi* Haliday (Hymenoptera: Aphidiidae) on *N. ribisnigri* was identified, after the end of April. Predators were not observed in activity in the ecosystems under survey.

The first colonies of aphids were observed on plants near the lateral vents exposed to the dominant winds, and a spot-treatment of infested plants was applied, which controlled the aphid populations. The highest aphid population levels were associated to the development of the heart of the lettuce, and the control of *N. ribisnigri* became more difficult.

The presence of *N. ribisnigri* in the heart of lettuce makes inviable the commercialization of the crop or reduces its price to a level that does not compensate the cost of harvesting.

**Key words:** *Nasonovia ribisnigri* (Mosley), aphids, *Lactuca sativa* Linné, lettuce, protected crop, integrated pest management, parasitoids.

#### REFERENCIAS

- DUBON, G. 1999. Pucerons "non merci". *Fruits & Legumes*. 173: 1-3.
- DUBON, G. 2001. Contrés par la génétique. *Fruits & Legumes*. 193: 1-3.
- ELLIS, P. R., TATCHELL, G. M., COLLIER, R. H. & PARKER, W. E. 1996. Assessment of several components that could be used in an integrated programme for controlling aphids on field crops of lettuce. *Bulletin IOBC WPRS*, **19** (11): 91-97.
- ILHARCO, F. A. 1973. Catálogo dos afídeos de Portugal Continental. *Estação Agronómica Nacional*. 134 pp. Oeiras.
- ILHARCO, F. A. 1992. Equilíbrio biológico de afídeos. *Fundação Calouste Gulbenkian*. 303 pp. Lisboa.
- KIFT, N. B., MEAD, A., REYNOLDS, K., SIME, S., BARBER, M. D., DENHOLM, I. & TATCHELL, G. M. 2004. The impact of insecticide resistance in the currant-lettuce aphid, *Nasonovia ribisnigri*, on pest management in lettuce. *Agricultural and Forest Entomology*, **6**: 295-309.
- LACASA, A., PASCUAL-VILLALOBOS, M. J., SÁNCHEZ, J. A. & GUERRERO, M. M. 2003. Los pulgones en los cultivos de lechuga y métodos de control. *Agrícola Vergel*, **263**: 579-589.
- MARTIN, C., SCHOEN, L., RUFINGIER, C. & PASTEUR, N. 1996. A contribution to the integrated pest management of the aphid *Nasonovia ribisnigri* in salad crops. Lutte Intégrée en cultures de Légumes, *Bulletin IOBC WPRS*, **19** (11): 98-101.
- NUNNENMACHER, L. & GOLDBACH, H., E. 1996. Aphids on lettuce: the effects of excluding aphid predators. Lutte Intégrée en cultures de Légumes, *Bulletin IOBC WPRS*, **19** (11): 38-47.
- PALUMBO, J. C., REYES, F. J., MULLIS, C. H., AMAYA, A., LEDESMA, L. & CAREY, L. 2001. Neonicotinoids and Azadirachtin in lettuce: comparison of application methods for control of lettuce aphids. Consultado em <<http://ag.arizona.edu/pubs/crop/az1252>>.
- PASCUAL-VILLALOBOS, M. J., SÁNCHEZ, J. A., KABALUK, T., LACASA, A., GONZALEZ, A. & VARO, P. 2004. Distribución especial del pulgón *Nasonovia ribisnigri* (Mosley) (Homoptera: Aphididae) en cultivo intercalado de lechuga ecológica. *Bol. San. Veg. Plagas*, **30**: 615-621.
- RUFINGIER, C., SCHOEN, L., MARTIN, C. & PASTEUR, N. 1997. Resistance of *Nasonovia ribisnigri* (Homoptera: Aphididae) to five insecticides. *Journal of Economic Entomology*, **90** (6): 1445-1449.
- RUFINGIER, C., PASTEUR, N., LAGNEL, J., MARTIN, C. & NAVAJAS, M. 1999. Mechanisms of insecticide resistance in the aphid *Nasonovia ribisnigri* (Mosley) (Homoptera: Aphididae) from France. *Insect Biochemical Molecular Biology*, **29**(4): 385-391.
- STUFKENS, M. A. W. & TEULON, D. A. J. 2003. Distribution, host range and flight pattern of the lettuce aphid in New Zealand. *New Zealand plant protection*, **56**: 27-32.
- VALÉRIO, E., 1999. Os parasitóides e o seu potencial na limitação natural de afídeos (Homoptera: Aphidoidea) em culturas protegidas na Região Oeste. *Rel. Final PRAXIS XXII/BIC/16990/98*, 46 pp.
- VAN DER AREND A. 2003. The possibility of *Nasonovia ribisnigri* resistance breaking biotype development due to plant host resistance: a literature study. *Eucarpia leafy vegetables*. Eds. Th.J.L. van Hintum, A. Lebeda, D. Pink & J.W. Schut. 75-81
- VASICEK, A., LA ROSSA, F. & PAGLIONI, A. 1999. Estadísticos vitales de *Nasonovia ribisnigri* (Mosley) (Homoptera: Aphidoidea) en três cultivares de lechuga (*Lactuca sativa* L.) en condiciones de laboratorio. *Bol. San. Veg. Plagas*, **25**: 453-458.
- WORKMAN, P. J., STUFKENS, M. A. W., MARTIN, N. A. & BUTLER, R. C. 2004. Testing for pesticide resistance in lettuce aphid. *New Zealand plant protection*, **57**: 239-243.

(Recepción: 21 enero 2004)

(Aceptación: 22 diciembre 2005)



## Distribución espacial y temporal de *Cydia fagiglandana* (Zeller) (Lepidoptera: Tortricidae) en un encinar del suroeste de España

A. JIMÉNEZ, F. J. SORIA, M. VILLAGRÁN, M. E. OCETE

*Cydia fagiglandana* (Zeller) (Lepidoptera, Tortricidae) es una de las plagas más importantes del castaño y de un gran número de quercíneas. El objetivo principal de este trabajo fue conocer la distribución espacial y las variaciones temporales de este insecto carpófago. Con esta finalidad se realizó un seguimiento en un encinar del sur de España durante los años 2000 a 2002 y con ello recopilar la información necesaria para la realización de un programa de control integrado. Los resultados muestran que *C. fagiglandana* presenta una distribución espacial regular. Las larvas seleccionan los frutos sanos frente a los colonizados por otras larvas, tanto de su misma especie como de otros carpófagos. Las bellotas infestadas presentaron un mayor tamaño que las sanas y la densidad larvaria aumentó durante los tres años de muestreos, hecho que se puede deber a la ausencia de ganado porcino en la parcela de experimentación en este periodo. Los máximos valores de la densidad larvaria se observaron en octubre y noviembre y el de orificios de salida en diciembre.

De acuerdo con los resultados obtenidos en este trabajo, pensamos que la recogida o eliminación de bellotas caídas (introducción de ganado porcino) desde septiembre a octubre puede reducir considerablemente las poblaciones de *C. fagiglandana*. También se puede conseguir esta disminución realizando un tratamiento del suelo localizado bajo la copa de las encinas a partir de diciembre, ya que se atacaría a toda la población larvaria que se encuentra en diapausa.

A. JIMÉNEZ, F. J. SORIA, M. VILLAGRÁN, M. E. OCETE. Laboratorio de Entomología Aplicada. Dpto. Fisiología y Zoología. Facultad de Biología. Universidad de Sevilla. Avda. Reina Mercedes, 6. 41012 Sevilla. España.

**Palabras clave:** *Cydia fagiglandana*, *Quercus*, distribución espacial, variación temporal, control.

### INTRODUCCIÓN

*Cydia fagiglandana* (Zeller) (Lepidoptera: Tortricidae) es un carpófago que podemos encontrar en los frutos de varias especies de *Quercus* y en los de *Castanea sativa* (DEBOUZIE, 1984; DEN OTTER *et al.*, 1996; SORIA y OCETE, 1996; SPERANZA, 1999). En el SO de España, las principales masas de quercíneas se componen de encinas y/o alcornoques. La mayor parte de estas masas forestales se encuentran en forma de dehesas, constituyendo importantes agroecosiste-

mas donde el uso económico y los valores medioambientales están integrados. La alta biodiversidad de animales y plantas en estas áreas hizo que, en noviembre del año 2002, la UNESCO designara 425.000 ha de dehesas en Sierra Morena como Reservas de la Biosfera.

*C. fagiglandana* tiene una generación al año con cinco estadios larvarios (BOVEY *et al.*, 1975). En la zona de estudio, los adultos emergen desde finales de mayo o principios de junio a finales de octubre. En las hojas se encuentran puestas desde finales de junio o

principios de julio hasta finales de octubre. Normalmente la ovoposición se realiza de forma aislada en el envés de las hojas cercanas a frutos. Las larvas L1 y L2 son blancuecinas con algunas manchas rosadas y a medida que se desarrollan van tomando su característico color rosado en la parte dorsal. La oruga se desarrolla dentro de las bellotas durante unos 30 a 40 días (JIMÉNEZ, 2003). A finales de septiembre o principios de octubre, las larvas maduras hacen un pequeño orificio en el endocarpo del fruto y salen para hibernar. Esta fase transcurre dentro de un capullo de seda que realizan bajo la hojarasca o en los primeros centímetros del suelo (BOVEY *et al.*, 1975). Las crisálidas se pueden encontrar desde mayo a septiembre (JIMÉNEZ, 2003).

La actividad alimentaria de las orugas causa pérdidas de peso y destrucción del embrión en el fruto, además de afectar a la capacidad germinativa de éstos (VÁZQUEZ *et al.* 1990; SORIA *et al.* 1996, 1999 a y b; LEIVA y FERNÁNDEZ-ALÉS, 2001, 2005). La regeneración por semillas en las dehesas y bosques de quercíneas es muy importante para recuperar y mantener estos importantes agroecosistemas.

En el presente trabajo se ha realizado un seguimiento de las larvas de *C. fagiglandana* en un encinar andaluz durante el periodo de fructificación con la finalidad de conocer la distribución espacio-temporal de esta plaga. Con la información obtenida se pueden definir el lugar y el momento más idóneo a la hora de diseñar un programa de control integrado.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Durante los años 2000 a 2002 se ha realizado un seguimiento de las poblaciones de *Cydia fagiglandana* en una parcela encinar situada en la Sierra Norte de Sevilla (parcela 1), ubicada en la finca "El Rodeo" (UTM 29SQB6482) (Castilblanco de los Arroyos, Sevilla). En esta parcela de experimentación sólo encontramos encinas de porte mediano de la especie *Quercus ilex* subsp. *ballota*

(Desf.), con una densidad media de unos 50 pies/ha. La parcela se aisló del resto de la finca por una valla de alambre que impedía la entrada del ganado consumidor de bellotas. Las encinas florecen a partir de marzo, presentan frutos desde mediados de mayo y a mediados de septiembre es cuando comienza la caída de los frutos.

Las muestras de frutos se tomaron desde principios de agosto hasta que ya no se encontraban orugas en las bellotas de suelo. Semanalmente se eligieron diez árboles al azar de los que se recogían 20 frutos de suelo en la zona de proyección de la copa. No se tuvo en cuenta la orientación cardinal para la recolección ya que no parece influir en la distribución del insecto (DEBOUZIE 1984; DELPHANQUE *et al.* 1986; SORIA *et al.* 1996). Los frutos eran retirados y llevados al laboratorio en bolsas de plástico para su posterior análisis. Las bellotas, primero eran medidas y luego se diseccionaban para determinar y cuantificar la existencia de orugas, así como la presencia de orificios de salida. Los valores de infestación fueron calculados como la relación entre el número de bellotas con larvas y/u orificios y el número total de bellotas recolectadas.

Para comprobar si existía una relación entre los niveles de infestación y la presencia o ausencia de ganado vacuno y porcino en la parcela de estudio, en noviembre de 2002 se recogieron muestras en otras dos zonas de la finca con presencia de ganado. La parcela 2 se utilizaba para el pastoreo de ganado vacuno y la parcela 3 para la montanera de ganado porcino. En cada una de ellas se eligieron 10 árboles al azar de los que se recolectaron 20 frutos.

La distribución espacial se ha analizado empleando dos medidas de agregación habituales en los estudios de insectos, la relación entre la varianza y la media muestral (ID) y la regresión de Iwao. En el primer caso, el valor del cociente entre la varianza y la media es simplemente una estimación de un parámetro de población con una estimación de la densidad media, por ello, no deberá considerarse como un test-criterio, sino como una muestra estadística descriptiva de



una repartición de la población. Si el valor de la relación es 1 se considera que la población está distribuida de forma uniforme, si es menor que 1 está distribuida de forma azarosa y si es mayor que 1 nos indica que se distribuye de forma agregativa (CADAHIA, 1977). En la regresión de Iwao (IWA0, 1968), la relación entre varianza y la media muestral se recoge en la fórmula  $s^2=(\alpha+1)m+(\beta-1)m^2$ . El coeficiente  $\alpha$  es una medida del agrupamiento, de modo que si la unidad básica es el individuo,  $\alpha=0$  y si la unidad básica es la colonia,  $\alpha>0$ . En ciertos casos, como cuando hay algún tipo de interacción repulsiva entre los individuos,  $\alpha$  se encuentra en el intervalo entre  $-1$  y  $0$ . El parámetro  $\beta$  es un índice que muestra la utilización espacial del hábitat por los individuos o grupos de individuos en relación a la densidad de la población. Aunque no siempre es así, cuando toma el valor 1 se trata de una distribución uniforme, si es mayor de 1 es una dis-

tribución agregativa y si es inferior a 1, la distribución es al azar (IWA0 y KUNO, 1968).

**RESULTADOS**

**Niveles de infestación**

En la parcela 1 los niveles de infestación de *Cydia fagiglandana* aumentaron durante los tres años de muestreos. Los porcentajes de infestación obtenidos fueron 11,06 %; 17,6 % y 27,3 % en 2000, 2001 y 2002 respectivamente y los valores de densidad,  $0,077 \pm 0,003$  en 2000;  $0,126 \pm 0,003$  en 2001 y  $0,166 \pm 0,004$  en 2002.

Los resultados del muestreo de Noviembre de 2002 muestran diferencias significativas ( $P<0,05$ ) entre los valores de infestación de la parcela 1 (28,9 %) y los de las parcelas 2 y 3 (16,4% y 17,6%, respectivamente).

El estudio biométrico (Cuadro 1) muestra que las bellotas infestadas tienen mayor tamaño que las sanas. Tras aplicarle el test

Cuadro 1. Media y error estándar de la anchura y longitud de las bellotas con diferente número de larvas de *C. fagiglandana*.

	Sin larva (N=11307)		Con 1 larva (N=2223)		Con 2 larvas (N=42)	
	Media $\pm$ SE	S <sup>2</sup>	Media $\pm$ SE	S <sup>2</sup>	Media $\pm$ SE	S <sup>2</sup>
Anchura (mm)	12,27 $\pm$ 0,02	5,23	13,13 $\pm$ 0,04	4,47	13,77 $\pm$ 0,34	5,02
Longitud (mm)	28,07 $\pm$ 0,07	56,04	31,50 $\pm$ 0,12	31,44	33,45 $\pm$ 0,75	24,01

N= número de bellotas recogidas.

Cuadro 2. Parámetros de la regresión de Iwao para *C. fagiglandana*.

Regresión de Iwao				
Año	$\alpha$	$\beta$	r	S
2000	-0.0242	0,6687	0,9987	0,0021
2001	0,0402	0,0304	0,9975	0,0055
2002	0,0321	-0.0015	0,9989	0,0044

Cuadro 3. Distribución de larvas de *C. fagiglandana* por bellota durante los años 2000, 2001 y 2002.

Nº de larvas por bellota	Frecuencia (%)		
	Año 2000	Año 2001	Año 2002
0	92,8	86,2	83,6
1	7,1	13,6	16,2
2	0,2	0,3	0,2

ANOVA se comprueba que las diferencias son significativas ( $P= 0,000$ ;  $F$  anchura =141,92 y  $F$  longitud = 219,35). Además, el tamaño medio de las bellotas con dos larvas es mayor que el que presentan los frutos con un solo ejemplar, aunque el test de Scheffe ( $\alpha = 0,05$ ) de comparación de medias sólo muestra dos grupos homogéneos, uno de bellotas infestadas y otro de bellotas sanas.

**Distribución espacial**

Los valores de ID obtenidos durante los tres años de seguimiento fueron 0,97 en 2000; 0,89 en 2001 y 0,86 en 2002, por lo tanto, la población de *C. fagiglandana* se distribuye de forma uniforme.

El Cuadro 2 muestra los valores de  $\alpha$  y  $\beta$ . En todos los casos, el coeficiente de correlación ( $r$ ) tiene un valor alto, lo que representa un buen ajuste a la regresión de Iwao. Los valores inferiores a 1 de  $\beta$  y los cercanos a cero de  $\alpha$ , indican que la población de larvas de *C. fagiglandana* presenta una distribución uniforme. Los valores de  $\alpha$  son cercanos a 0,

o están por debajo de este valor, lo cual nos indica que hay un cierto tipo de interacción repulsiva entre los individuos.

También se han obtenido valores de intensidad (número de larva u orificios por bellota infestada) muy similares en los tres años:  $1,02 \pm 0,006$  (años 2000 y 2001) y  $1,01 \pm 0,003$  (año 2002). De las 2.769 bellotas infestadas recogidas el 98,3% presentaba sólo una larva y el 1,7% dos.

Los resultados del análisis de frecuencia se muestran en el Cuadro 3. El porcentaje de bellotas con una larva aumenta anualmente, mientras que el de frutos con dos larvas se mantiene constante.

**Variación temporal**

El periodo de larvas en frutos caídos fue más corto en los años 2001 y 2002 que en el 2000 (Figura 1), aunque los perfiles son similares en los tres años. Los valores más altos de ocupación se observaron en octubre y noviembre. Este periodo fue de cinco meses en 2000 y de cuatro en 2001 y 2002.

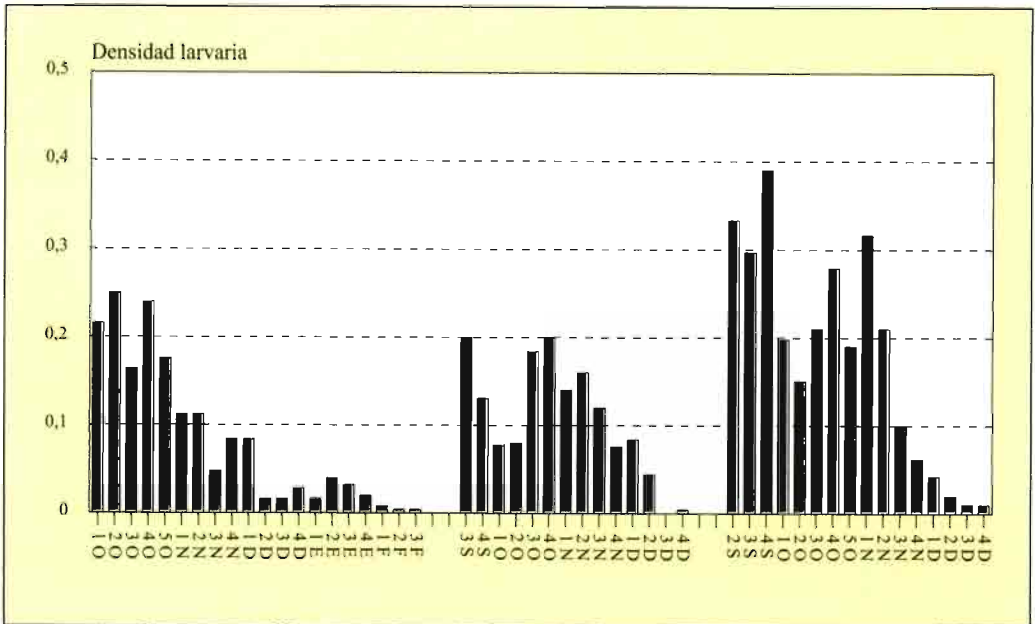


Figura 1. Valores semanales de la densidad larvaria de *C. fagiglandana* en bellotas de suelo desde el año 2000 al 2002. S=septiembre. O=octubre. N=noviembre. D=diciembre. E=enero. F=febrero.

Los orificios de salida se observaron desde finales de septiembre o principios de octubre y el valor máximo se alcanzó en diciembre (Figura 2). Excepcionalmente, algunos orificios fueron encontrados durante el mes de agosto de 2002.

**DISCUSIÓN**

**Niveles de infestación**

Las variaciones poblacionales en los insectos son debidas a factores abióticos, como la temperatura o las precipitaciones, y a factores bióticos como la predación natural o enfermedades (MANEL y DEBOUZIE, 1997; MENU, 1993; DAJOZ, 2001; DEBOUZIE *et al.*, 2002). La colonización de bellotas por *Cydia fagiglandana* aumenta, aproximadamente, 2,5 veces desde el año 2000 al 2002 y la densidad poblacional lo hace 2,2 veces. Uno de los factores que puede producir este incremento de la población es la ausencia de ganado vacuno y porcino durante los tres años de estudios en la parcela 1. En las dehe-

sas del sur de España, el cerdo ibérico consume bellotas caídas durante el otoño, siendo éstas portadoras o no de orugas del tortricido. Por lo tanto, al eliminar este predador indirecto de larvas se produce un aumento de las poblaciones en las siguientes generaciones, de ahí las diferencias entre la parcela 1 y 3. Por otro lado, está el ganado vacuno que, aunque no consume frutos, realiza una actividad de pisoteo del terreno que puede destruir a gran número de las larvas y crisálidas ocultas bajo la hojarasca. Esta actividad explica que la infestación de la parcela 2 sea inferior a la de la parcela 1.

La ausencia de ganadería en la parcela 1 junto con la no retirada de frutos del suelo desde el otoño del año 2000, facilitó que la mayoría de las orugas finalizaran su desarrollo y, por tanto, las poblaciones del carpóphago incrementaran durante los tres años de estudio.

Aunque la emergencia de los adultos depende esencialmente de las temperaturas del área (BOVEY *et al.*, 1975), la aparición de las

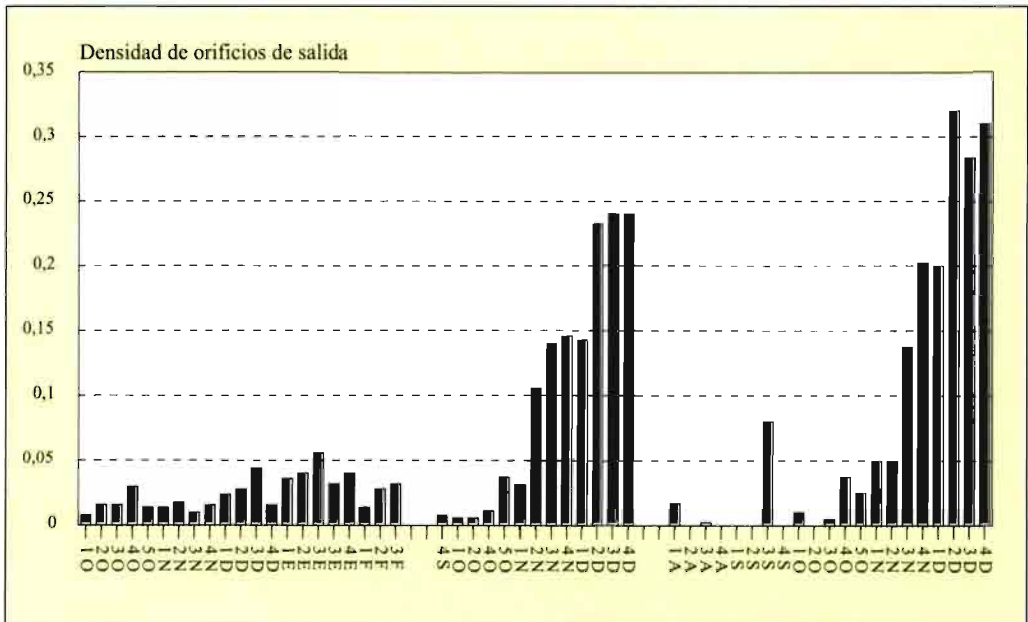


Figura 2. Valores semanales de la densidad de orificios de salida de *C. fagiglandana* en bellotas de suelo desde el año 2000 al 2002. S=septiembre. O=octubre. N=noviembre. D=diciembre. E=enero. F=febrero.

larvas en los frutos de copa depende esencialmente de la fenología de las encinas. Los resultados del Cuadro 2 indican *C. fagiglandana* tiende a colonizar las bellotas de mayor tamaño, es decir, aquellas que garantizan su desarrollo antes de salir para hibernar en el suelo. Aunque existen diferencias significativas entre el tamaño de las bellotas infestadas y sanas, éstas son muy pequeñas para que puedan ser detectadas por las larvas. Nosotros pensamos que la oruga tiende a colonizar aquellas bellotas que presentan un mayor grado de madurez que, generalmente, son las de mayor tamaño. COULSON y WITTER (1990) observaron un comportamiento similar en otros carpófagos, los cuales tenían sincronizados sus ciclos de vida con el proceso de desarrollo de los frutos. Otra importante plaga de las castañas y bellotas es el coleóptero *Curculio elephas* Gyll., cuyas hembras también eligen ciertos frutos para realizar sus puestas, probablemente, en relación con la calidad del alimento para sus larvas (DEBOUZIE *et al.*, 2002; SORIA *et al.*, 2005).

### Distribución espacial

La distribución de los organismos puede ser al azar, contagiosa o regular (PIELOU, 1977), pero la hipótesis más frecuente es que se distribuyan al azar, siendo independientes unos de otros (CADAHIA, 1977). En el caso de *C. fagiglandana*, los valores obtenidos de ID durante los tres años fueron menores a 1, lo que indica que la población se distribuye de forma uniforme. En el año 2000 los valores fueron muy cercanos a 1 lo que nos podía hacer pensar que su distribución era al azar, sin embargo al aumentar las densidades, las poblaciones mostraron un carácter regular. Con los valores de los parámetros  $\alpha$  y  $\beta$  obtenidos de la regresión de Iwao (Cuadro 2), verificamos que las poblaciones de *C. fagiglandana* se distribuyen de forma uniforme, resultados que coinciden con los obtenidos por VILLAGRÁN *et al.* (2002).

Los valores de  $\alpha$ , de la intensidad y frecuencia larval nos muestran que existe un cierto grado de repelencia entre las orugas del tortrícido. Éstas tienden a seleccionar las

bellotas dependiendo de si están ocupadas o no por otros carpófagos (SORIA *et al.*, 1999 a). Se observó que, aunque la infestación aumentó anualmente, los porcentajes de frutos con más de una larva eran similares y muy bajos (Cuadro 3). Este comportamiento a la hora de seleccionar los frutos conlleva la presencia de una sola larva por bellota en la mayoría de los casos y, por tanto, a una distribución regular del insecto.

### Variaciones temporales

Las diferencias observadas en la Figura 1 en cuanto a la permanencia larvaria en bellotas fueron debidas, fundamentalmente, a la imposibilidad de recogida de frutos en buen estado a partir de finales de diciembre durante los años 2001 y 2002. En estas fechas, gran número de frutos se encontraban muy dañados por la actividad de pequeños roedores y hongos. Durante el año 2000 el número de frutos dañados por roedores fue muy bajo en la parcela 1, posiblemente debido a la competencia por el alimento que existe en estos ecosistemas entre el ganado porcino y la fauna silvestre.

Tras analizar los periodos de presencia y abandono de frutos de las Figuras 1 y 2, podemos sugerir que una recolección regular de las bellotas caídas durante septiembre y octubre, meses en los que la mayoría de las larvas se encuentran dentro de los frutos, produciría una disminución de las poblaciones de *C. fagiglandana*. Este método de control también ha sido propuesto por otros autores para reducir las poblaciones de otros insectos plaga en castañas (MENU y DEBOUZIE, 1993; SPERANZA, 1999). Una recolección programada o una correcta gestión del ganado porcino durante la montanera podría reducir de forma significativa los niveles de infestación del tortrícido.

Los primeros orificios de salida muestran el principio de la diapausa de *C. fagiglandana*. El valor máximo se alcanzó durante el mes de diciembre en los tres años de muestreo y, además se mantiene, más o menos, constante a partir de este momento (Figura 2). En diciembre la mayoría de las larvas se

encuentran en el suelo, siendo ésta una buena época para realizar un control de suelo. En castaños ha dado buenos resultados el uso de hongos entomopatógenos (*Beauveria bassiana*) sobre *Curculio elephas* (PAPARATTI

y SPERANZA, 1999). Este control biológico puede ser otra buena solución para reducir las poblaciones de *C. fagiglandana* sin alterar el frágil equilibrio medioambiental de las dehesas.

#### ABSTRACT

JIMÉNEZ A., F. J. SORIA, M. VILLAGRÁN, M. E. OCETE. 2006. Spatial and temporal distribution of *Cydia fagiglandana* (Zeller) (Lepidoptera: Tortricidae) in holm oak acorns. *Bol. San. Veg. Plagas*, **32**: 13-20.

*Cydia fagiglandana* is one of the most important pests of *Quercus* species and *Castanea sativa*. In a holm-oak wood of southern Spain a monitoring of a population of *C. fagiglandana* (Lepidoptera, Tortricidae) has been made from 2000 to 2002. The purpose of this work was to know the spatial and temporal variations of this pest in order to implement a good rational control program in holm-oaks. Results show a regular distribution in acorns. *C. fagiglandana* larvae select the not infested acorn by other seed-feeding larvae. The acorns infested were significantly bigger in size (width and length). Larvae density increased during the three sampling years due to the absence of Iberian pigs in the experimental plot. The maximum values of larvae density were observed in October and November and the maximum values of larvae exit hole in December.

According to these results and to reduce the *C. fagiglandana* population in field, we think that the fallen acorns in ground would be removed from September to October. And to control the hibernate larvae (in overwinter) a soil treatment would be applied from December.

**Keywords:** moth, *Quercus*, spatial distribution, temporal variation, control.

#### REFERENCIAS

- BOVEY P., LINDER A. y MÜLLER O. 1975. Recherches sur les insectes des châtaignes au Tessin (Suisse). *Schweiz Zeits. Forstwesen*, **126**: 781-820.
- CADAHIA D. 1977. Repartición espacial de las poblaciones en Entomología Aplicada. *Bol. San. Veg. Plagas*, **3**: 219-233.
- COULSON R. N. y WITTER J. A. 1990. Entomología Forestal. Ecología y control. Limusa S. A., Méjico.
- DAJOZ R. 2001. Entomología Forestal. Mundi-Prensa, Madrid.
- DEBOUZIE D. 1984. Analyse exhaustive d'un châtaignier: effectifs des fruits et des insectes (*Laspeyresia splendana* Hubner et *Balaninus elephas* Gyll.). *Fruits*, **39**: 483-486.
- DEBOUZIE D., DESOUHANT E., OBERLI F. y MENU F. 2002. Resource limitation in natural populations of phytophagous insects. A long-term study case with the chestnut weevil. *Acta Oecologica*, **23**: 31-39.
- DELPLANQUE A., AUGUSTIN S. y METREAU C. 1986. Analysis of the repartition of *Curculio* and *Laspeyresia* in the acorn production of one Oak (*Q. petraea*) in Central France. Proceedings of the 2<sup>nd</sup> Conference of the Cone and Seed Insects, 53-58.
- DEN OTTER C. J., DE CRISTOFARO A., VOSKAMP K. E. y ROTUNDO G. 1996. Electrophysiological and Behavioural responses of chestnut moths, *Cydia fagiglandana* and *C. splendana* (Lep., Tortricidae), to sex attractants and odours of host plants. *J. Appl. Ent.*, **120**: 413-421.
- IWAQ S. 1968. A new regression method for analyzing the aggregation pattern of animal populations. *Res. Popul. Ecol.*, **10**: 1-20.
- IWAQ S. y KUNO E. 1968. Use of the regresión of mean crowding on mean density for estimating sample size and the transformation of data for the analysis of variance. *Res. Popul. Ecol.*, **10**: 210-214.
- JIMÉNEZ A. 2003. Bioecología y control de los principales insectos carpófagos de la encina. Tesis doctoral en la Universidad de Sevilla.
- LEIVA M. J. y FERNÁNDEZ-ALÉS R. 2001. Limitaciones a la autorregeneración de la encina en dehesas y montes de Sierra Morena. Predación de frutos, III Congreso Forestal Español, Granada.
- LEIVA M. J. y FERNÁNDEZ-ALÉS R. 2005. Holm-oak (*Quercus ilex* subsp. *Ballota*) acorns infestation by insects in Mediterranean dehesas and shrublands. Its effect on acorn germination and seedling emergence. *Forest Ecology and Management*, **212**: 221-229.
- MANEL S. y DEBOUZIE D. 1997. Modeling Insect Development Time of Two or More Larval Stages in the

- Field Under Variable Temperatures. *Environmental Entomology*, **26** (2): 163-169.
- MENU F. 1993. Strategies of emergence in the chestnut weevil *Curculio elephas* (Coleoptera: Curculionidae). *Oecologia*, **96**: 383-390.
- MENU F. y DEBOUZIE D. 1993. Coin-flipping plasticity and prolonged diapause in insects: example of the chestnut weevil *Curculio elephas* (Coleoptera: Curculionidae). *Oecologia*, **93**: 367-373.
- PAPARATTI B. y SPERANZA S. 1999. Biological control of chestnut weevil (*Curculio elephas* Gyll.; Coleoptera, Curculionidae) with the entomopathogen fungus *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuill. (Deuteromycotina, Hyphomycetes). Proc. 2<sup>nd</sup> Int. Symp. on Chestnut, Acta Hort. 494, G. Salesses.
- PIELOU E. 1977. *Mathematical Ecology*. John Wiley & Sons, Inc..
- SORIA F. J. y OCETE M. E. 1996. Principales Tortricidos perforadores del fruto del alcornoque en la Sierra Norte de Sevilla. *Bol. San. Veg. Plagas*, **22** (1): 63-69.
- SORIA F. J., CANO E. y OCETE M. E. 1996. Efectos del ataque de fitófagos perforadores en el fruto de la encina (*Quercus rotundifolia* Lam.). *Bol. San. Veg. Plagas*, **22**: 427-432.
- SORIA F. J., VILLAGRÁN M., MARTÍN P. y OCETE M. E., 1999 a. *Curculio elephas* (Gyllenhal) (Col.: Curculionidae) y *Cydia fagiglandana* (Zeller) (Lep.: Tortricidae) en encina (*Quercus rotundifolia* Lam.): infestación y relaciones interespecíficas. *Bol. San. Veg. Plagas*, **25**: 125-130.
- SORIA F. J., CANO E. y OCETE M. E., 1999 b. Valoración del ataque de *Curculio elephas* (Gyllenhal) (Coleoptera, Curculionidae) y *Cydia* spp. (Lepidoptera, Tortricidae) en el fruto de alcornoque (*Quercus suber* Liné). *Bol. San. Veg. Plagas*, **25**: 69-74.
- SORIA F. J., JIMÉNEZ A., VILLAGRÁN, M. y OCETE, M. E., 2005. Relación entre la colonización de la encina por *Curculio elephas* Gyllenhal (1836) (Coleoptera: Curculionidae) y el periodo de caída natural de frutos. *Bol. San. Veg. Plagas*, **31**: 365-375.
- SPERANZA S. 1999. Chestnut pests in Central Italy. Proc. 2<sup>nd</sup> Int. Symp. on Chestnut, Acta Hort. 494, G. Salesses.
- VÁZQUEZ F. M., ESPARRAGO F., LÓPEZ J. A. y JARAQUEMADA F. 1990. Los ataques de *Curculio elephas* Gyll. (*Balaninus elephas*) y *Carpocapsa* sp. L. sobre *Quercus rotundifolia* Lam. en Extremadura. *Bol. San. Veg. Plagas*, **16**: 755-759.
- VILLAGRÁN M., JIMÉNEZ A., SORIA F. J. y OCETE M. E., 2002. Muestreo aleatorio simple y muestreo sistemático de las poblaciones de *Curculio elephas* (Gyllenhal) (Col: Curculionidae) y *Cydia fagiglandana* (Zeller) (Lep: Tortricidae) en encinas. *Bol. San. Veg. Plagas*, **28**: 59-66.

(Recepción: 21 julio 2005)

(Aceptación: 16 enero 2006)

## Sobre *Holcogaster weberi* (Hemiptera: Pentatomidae) como oófago esporádico de *Thaumetopoea pityocampa* (Lepidoptera: Notodontidae) en el norte de Valencia (España)

E. LÓPEZ-SEBASTIÁN, M. A. VÁZQUEZ, J. SELFA

Se aportan por primera vez algunos datos relativos a la biología del endemismo ibérico *Holcogaster weberi* Wagner, 1964 (Hemiptera: Pentatomidae). La actividad depredadora de esta especie, desarrollada sobre las puestas de la procesionaria del pino *Thaumetopoea pityocampa* (Dennis et Schiffermüller, 1775) (Lepidoptera: Notodontidae), aconteció en los años de mayor incidencia de la plaga, se inició justo después del período estival de oviposición de la polilla presa, se manifestó preferentemente al atardecer, y duró casi un mes. Asimismo, de esta chinche escudo se estudian, tanto las características de su puesta, como la presencia de una teratología en pronoto y alas.

E. LÓPEZ-SEBASTIÁN, J. SELFA. Universitat de València, Facultat de Biologia, Departament de Zoologia, Laboratori d'Entomologia, Campus de Burjassot-Paterna, Dr. Moliner 50, 46100 Burjassot (València). E-mail: [jesus.selfa@uv.es](mailto:jesus.selfa@uv.es)  
M. A. VÁZQUEZ, Universidad Complutense de Madrid, Facultat de Biología, Departamento de Zoología y Antropología Física, José Antonio Novais 2, 28040 Madrid. E-mail: [chingel@bio.ucm.es](mailto:chingel@bio.ucm.es)

**Palabras clave:** *Holcogaster weberi*, chinche escudo, *Thaumetopoea pityocampa*, procesionaria del pino, depredador, teratología, puesta, pino carrasco, Valencia, España.

### INTRODUCCIÓN

El estudio como insecto plaga de la “procesionaria del pino” *Thaumetopoea pityocampa* (Dennis et Schiffermüller, 1775) (Lepidoptera: Notodontidae), desarrollado por el Laboratori d'Entomologia del Departament de Zoologia de la Universitat de València durante los últimos cinco años en los pinares de la Comunidad Valenciana, nos ha permitido determinar la acción de diversos insectos depredadores sobre sus puestas. Aunque se tienen datos sobre el impacto mostrado por algunas especies (DÉMOLIN & DELMAS, 1967; LEDESMA, 1971; HALPERIN, 1990; TSANKOV *et al.*, 1996; LÓPEZ-SEBASTIÁN *et al.*, 2004a, 2004b), hasta ahora se

desconocía que los hemípteros actuasen como depredadores de los huevos de ésta polilla.

Los pentatómidos (Hemiptera: Pentatomidae) constituyen una de las mayores familias de las denominadas “chinchas escudo”, con un total de más de 4.100 especies en el Mundo (PANIZZI *et al.* in SCHAEFER & PANIZZI, 2000). Los adultos se caracterizan por tener el cuerpo fuertemente esclerotizado y de forma ovalada, el escutelo es grande y triangular, las tibias suelen estar desprovistas de espinas, y los tarsos constan de tres tarsómeros (DOLLING, 1991). Las ninfas son habitualmente redondeadas y, a menudo, dotadas de brillante colorido. La mayor parte de las chinchas de esta familia son fitófagas y sue-

len preferir frutos inmaduros y semillas. Tan sólo los componentes de la subfamilia Aso-pinae son claramente depredadores, principalmente de larvas de Lepidoptera, Coleoptera e Hymenoptera (SCHUH & SLATER, 1995); incluso debido a la lentitud de sus movimientos, DOLLING (1991) los denomina "tímidos depredadores".

El género *Holcogaster* Fieber, 1860, se caracteriza por presentar una marcada protuberancia a modo de collar en el margen anterior del pronoto y un surco longitudinal en los esternitos abdominales 3 al 5. En 1964 fue revisado por WAGNER y, atendiendo básicamente a rasgos de la genitalia masculina, describió la especie *weberi* sobre ejemplares de Menorca. Posteriormente, ha sido citado de varias localidades de la costa mediterránea y de Los Monegros (RIBES *et al.*, 1997; RIBES & RIBES, 2001), de Madrid y Zaragoza (FUENTE, 1973), y de las Lagunas de Ruidera (VÁZQUEZ & PARÍS, 1986). Se trata pues de un endemismo iberobaleár. Se ha encontrado sobre *Juniperus phoenicea* L. (WAGNER, 1964; RIBES *et al.*, 1997) y *Pinus halepensis* Mill. (RIBES *et al.*, 1997). Nuestros ejemplares se ajustan a los caracteres establecidos para esta especie según su autor, pero existe una opinión bastante generalizada de que las cuatro especies propuestas por WAGNER en 1964 deben ser objeto de una revisión más profunda (RIBES *et al.*, 1997). Hasta el momento, se desconoce la mayor parte de aspectos de su biología, aunque parece que pasa el invierno en estado de adulto (RIBES, 2004).

## MATERIAL Y MÉTODOS

El presente estudio se llevó a cabo en las partidas de Corral de Pija y Pla de l'Albercoquer, pertenecientes ambas al municipio de Marines (Valencia). Situadas a los pies de la Sierra Calderona presentan: idénticas coordenadas UTM (30SYJO898), unas cotas de altitud en torno a los 300 msnm, una separación entre sí de unos 500 m, una distancia equidistante de Marines de 1,7 km en dirección NE, y una extensión que oscila entre

6000-8000 m<sup>2</sup>. Según GUARA (2002), el bioclima de estos enclaves es templado subhúmedo, y de acuerdo con RIVAS-MARTÍNEZ *et al.* (2002) correspondería al tipo oceánico xérico mediterráneo con un termotipo termomediterráneo y un ombrotipo semiárido seco. Albergan masas forestales naturales e irregulares de *Pinus halepensis* Mill. de 5-40 años de edad, con una vegetación espontánea potencial perteneciente, según CRESPO (1989), a la serie *Sinquercto cocciferae-Pistacietum lentisci*, constituida a su vez por las especies arbustivas: *Chamaerops humilis* L., *Juniperus oxycedrus* L., *Juniperus phoenicea* L., *Olea europaea* L. subsp. *sylvestris* (Mill.) Rouy ex Hegi & Berger, *Pistacia lentiscus* L., *Quercus coccifera* L., *Rhamnus alaternus* L., y *Rhamnus lycioides* L., y por los endemismos: *Biscutella stenophylla* Dufour, *Helianthemum origanifolium* (Lam.) Pers. subsp. *glabratum* (Willk.) Guinea & Heywood, *Sideritis juryi* Peris, Stübing & Figuerola, *S. tragoriganum* Lag., *Teucrium edetanum* M.B. Crespo, Mateo & Navarro, y *Thymus vulgaris* L. subsp. *aestivus* (Reuter & Willk.) A. Bòlos & O. Bòlos.

Durante el año 2000 en Corral de Pija y el 2004 en Pla de l'Albercoquer se establecieron sendos transectos de 30 puestas de la procesionaria del pino, situadas principalmente en los claros y en el borde de la masa forestal, a alturas comprendidas entre 0-3 metros, y sobre árboles de diferente edad. Las diferentes medidas de altura y orientación de las puestas se realizaron con una cinta métrica y una brújula, de precisión  $1 \pm 0,5$  cm y  $1 \pm 0,5$  grados, respectivamente. De manera complementaria se estimaron, tanto la densidad absoluta de puestas según el método de transectos de ANDERSON & POSPAHALA (1970), como el número medio de puestas por árbol mediante el muestreo de 50 pinos al azar por cada zona y contabilizando el número total de puestas por árbol.

De esta forma, para estudiar la actividad de *Holcogaster weberi*, se revisaron las puestas cada 2 horas durante todo el ciclo circadiano, y se anotaron la presencia/ausencia de las chinches y su comportamiento





Figura 1. Ninfas de *Holcogaster weberi* sobre puestas de procesionaria del pino (Fotografías de E. López-Sebastián).

sobre las puestas o en sus proximidades. Asimismo, para comparar la actividad del pentatómido con el período de oviposición del lepidóptero, se determinó el período de vuelo de las hembras de *Thaumetopoea pityocampa* mediante el seguimiento diario de las emergencias observadas a partir de una muestra de 35 crisálidas mantenida en el campo a temperatura ambiente.

Todas las muestras fueron analizadas finalmente, en condiciones de laboratorio, mediante un microscopio estereoscópico (ME) modelo Leica ZAPO y un microscopio electrónico de barrido ambiental (MEBA) modelo Philips XL-30 (a 20 Kv) pertenecientes, respectivamente, al Departament de Zoologia y al Servei Central de Suport a la Investigació Experimental de la Universitat de València.

## RESULTADOS

A lo largo de todo el estudio, se observó que los ataques de *Holcogaster weberi* fueron esporádicos y se produjeron principalmente al atardecer. Los primeros ejemplares aparecieron aproximadamente una semana después del período de vuelo máximo de *Thaumetopoea pityocampa* (Figura 1). Su actividad depredadora se desarrolló a largo de casi un mes, desde el final del primer tercio de Septiembre hasta los primeros días de Octubre, justo después de que las hembras

de la procesionaria del pino completasen su período de oviposición (Figura 2).

En años con niveles de plaga importantes, tales como el 2000 y 2004 (Cuadro 1), estas chinches estuvieron presentes con una frecuencia próxima al 4 %. Precisamente, el Cuadro 2 refleja los datos sobre el seguimiento de *H. weberi* realizado durante dichos años, ya que no se avistaron individuos en los restantes.

Asimismo, en el Cuadro 3 se ofrecen las características de las diferentes puestas atacadas por *H. weberi* en 2004, único año cuando se pudo diseñar un estudio complementario de las mismas. Las observaciones de los días 11 y 18 de Septiembre se dieron en el mismo árbol, pero sobre diferentes puestas. En general, todas las puestas frecuentadas por los pentatómidos se encontraron sobre árboles con un porte importante.

Por su parte, las puestas no eclosionadas de *H. weberi* se recolectaron a partir del mes de Mayo (Cuadro 4), época en la cual se observaron también hembras de procesionaria en oviposición. Los huevos (Figura 3) se situaron siempre en la mitad superior de cada una de las 2 acículas que conforman el braquiblasto. El volumen medio de la puesta fue de  $5,33 \pm 1,18 \text{ mm}^3$ , y estuvieron formadas por una media de  $7,08 \pm 1,31$  huevos, de aspecto blanquecino y dispuestos en 2 filas paralelas. La tasa de huevos viables fue del 82,79 %, y el 17,21 % correspondió a la

Cuadro 1. Niveles de densidad de *Thaumetopoea pityocampa*.

Año de estudio	Plá de l'Albercoquer		Corral de Pija	
	Puestas/ árbol	Puestas/ ha	Puestas/ árbol	Puestas/ ha
2000	3,17	400	2,04	367
2001	0,33	128	0,51	125
2002	0,8	200	0,66	222
2003	0,95	264	1,64	354
2004	2,36	203	2,53	311

Cuadro 2. Observaciones de *Holcogaster weberi* en los años 2000 y 2004.

Fecha de observación	Nº de individuos	% puestas eclosionadas	Estado de la puesta	Hora de observación
10/09/2000	2	0	No eclosionada	20:00
22/09/2000	1	37	No eclosionada	19:15
11/09/2004	1	0	No eclosionada	9:30
18/09/2004	1	33	No eclosionada	12:30
02/10/2004	1	47,8	Eclosionada	19:30
03/10/2004	2	59,2	No eclosionada	19:00

Cuadro 3. Características de las puestas de *Thaumetopoea pityocampa* en el año 2004.

Fecha de recolección	Altura (m)	Orientación (grados)	Altura del árbol (m)	Cabida cubierta (m)
11/09/2004	1,24	350°	9,6	4,2
18/09/2004	1,05	275°	9,6	4,2
02/10/2004	1,6	170°	8,2	4,3
03/10/2004	1,24	235°	4,25	4,2

Cuadro 4. Características de las puestas de *Holcogaster weberi* en el año 2004.

Fecha de recolección	Huevos/ puesta	Volumen puesta (cm <sup>3</sup> )	Especímenes eclosionados	Especímenes muertos en el huevo	Soporte de la puesta
24-V-04	7	0,32 x 0,15 x 0,12	6	1	Acícula de pino
5-VI-04	8	0,33 x 0,16 x 0,11	8	0	Acícula de pino
5-VI-04	7	0,29 x 0,17 x 0,12	7	0	Acícula de pino
5-VI-04	5	0,24 x 0,15 x 0,13	5	0	Acícula de pino
5-VI-04	8	0,37 x 0,13 x 0,12	6	2	Acícula de pino
5-VI-04	9	0,43 x 0,14 x 0,10	6	3	Acícula de pino
10-VI-04	8	0,40 x 0,17 x 0,10	8	0	Acícula de pino
10-VI-04	8	0,38 x 0,17 x 0,09	8	0	Acícula de pino
10-VI-04	6	0,28 x 0,13 x 0,10	5	1	Acícula de pino
10-VI-04	6	0,25 x 0,13 x 0,10	5	1	Acícula de pino
15-VI-04	5	0,24 x 0,14 x 0,12	5	0	Acícula de pino
15-VI-04	8	0,33 x 0,17 x 0,12	8	8	Acícula de pino

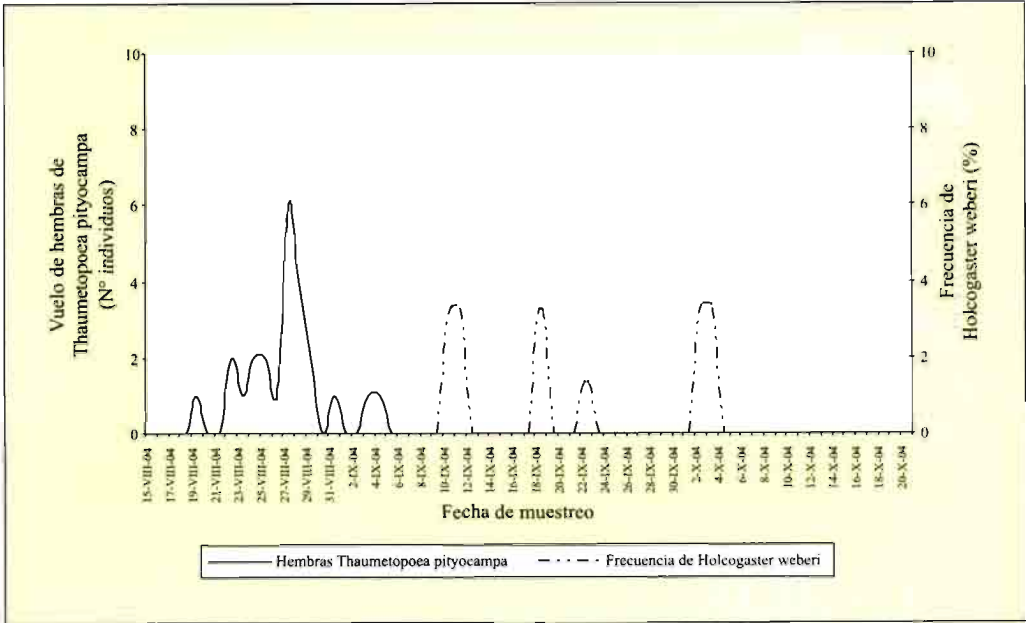


Figura 2. Periodos de vuelo de *Thaumetopoea pityocampa* y de actividad de *Holcogaster weberi*.

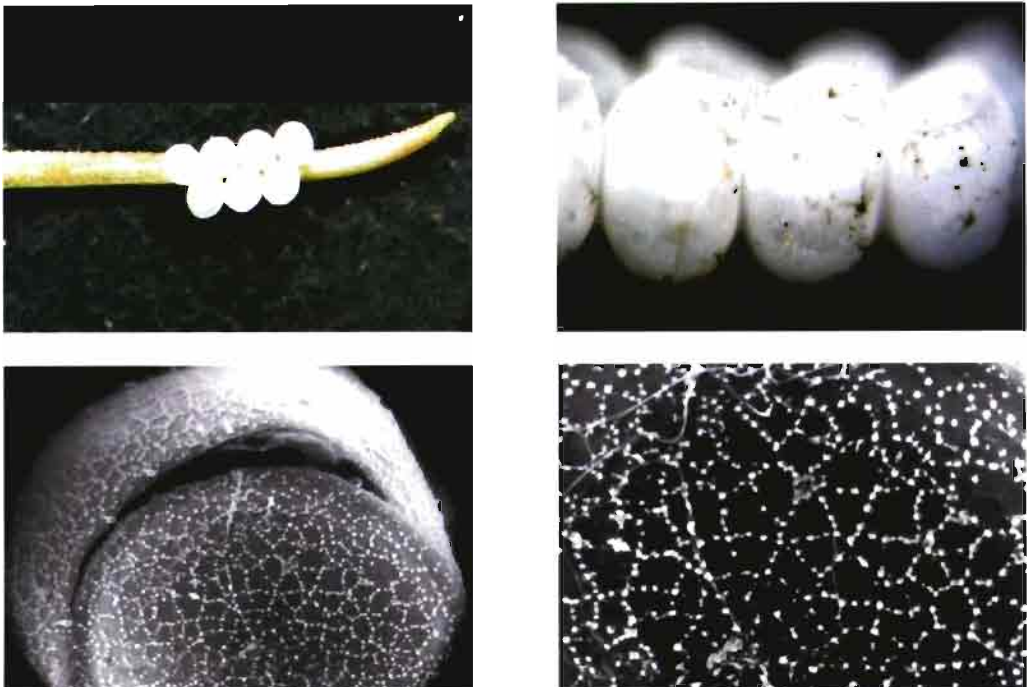


Figura 3. Puesta de *Holcogaster weberi*: visión dorsal al ME (superior izquierda), visión lateral al ME (superior derecha), opérculo de un huevo al MEBA (inferior izquierda), superficie externa de un huevo al MEBA (inferior derecha).



Figura 4. Macho de *Holcogaster weberi*: aspecto general (izquierda); aspecto de la teratología (derecha).

mortalidad dentro del huevo provocada por diversas causas, entre las que se descartó la acción de parasitoides.

Finalmente, entre los ejemplares recogidos de *H. weberi* encontramos un macho que presentaba una teratología en el pronoto y en las alas del lado izquierdo (Figura 4). El pronoto apareció deformado, y de las alas sólo quedaron unos esbozos.

## DISCUSIÓN

Aunque se desconoce la explicación sobre la existencia de huevos de procesionaria del pino que aparecen vacíos sin haber sido previamente parasitados por insectos (TSANKOV *et al.*, 1996; SCHMIDT *et al.*, 1997; MIRCHEV *et al.*, 2004), nos planteamos la posibilidad de que ello se podría deber a la acción de chinches depredadoras, tal y como postularon previamente SCHMIDT *et al.* (1997).

Al igual que pasa con la mayoría de heterópteros, *Holcogaster weberi* huyó cuando se la molestaba o se dejó caer al suelo. Sin embargo, resulta bastante probable que, tras encontrar una puesta de procesionaria del pino, ésta especie permaneciera en las inme-

diaciones, frecuentándola posteriormente para alimentarse y refugiarse en el follaje próximo. Este hecho fue constatado al observar ninfas sobre las mismas puestas durante varios días seguidos.

A partir de la primera mitad de Octubre *H. weberi* dejó de frecuentar las puestas al haber eclosionado éstas casi en su totalidad. Por su parte, la ausencia de individuos entre los años 2001 y 2003 pudo ser debido al bajo nivel de infestación que mostró la polilla plaga en los lugares de estudio.

Al parecer, la actividad reproductora de *H. weberi* se iniciaría entre los meses de Abril-Mayo, período en el que ya se encontraron puestas no eclosionadas. Incluso acontecerían varias generaciones estivales, por haberse localizado más puestas de estas características en Julio y Agosto. Por su parte, la acción depredadora de esta chinche se desarrollaría durante Septiembre y Octubre.

En cuanto a la teratología detectada, creemos que los rasgos aparecidos obedecen a un daño sufrido por el pronoto en algún estado ninfal que pudiera haber afectado también a las pterotecas, tal y como se observó previa-

mente en Tingidae (ŠTUSAK & STEHLÍK, 1982) y en Lygaeidae (COSTAS *et al.*, 1992).

## AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan su más sincero agradecimiento, a la Ingeniera Técnico Agrícola M. J. Juan, y a los monitores ambientalistas J. C. López y M. Casals, por

su apoyo logístico en las tareas de campo. Asimismo, al Dr. M. Guara (Departamento de Botánica, Universidad de València) por la información relativa a las características botánicas de las zonas de estudio. Igualmente al Dr. M. Costas y a J. Ribes por diversas informaciones sobre los heterópteros, y a la Dra. A. García Moreno y al Dr. E. Ruiz por su colaboración.

## ABSTRACT

LÓPEZ-SEBASTIÁN E., M. A. VÁZQUEZ, J. SELFA. 2006. On *Holcogaster weberi* (Hemiptera: Pentatomidae) like sporadic egg predator of *Thaumetopoea pityocampa* (Lepidoptera: Notodontidae) in the north of Valencia (Spain). *Bol. San. Veg. Plagas*. 32: 21-28.

Some data about the biology on the Iberian endemism *Holcogaster weberi* Wagner, 1964 (Hemiptera: Pentatomidae) are reported for the first time. Nymphs and adults of this species showed predatory behaviour on the eggs of pine processionary moth, *Thaumetopoea pityocampa* (Dennis et Schiffermüller, 1775) (Lepidoptera: Notodontidae), specially on years when the pest was larger. This predatory activity began just after the acutival moth oviposition, particularly it happens on sunset and it lengths almost a month. Likewise, characteristics of the stink bug oviposition, and a teratology on pronotum and wings, are studied.

**Key words:** *Holcogaster weberi*, stink bug, *Thaumetopoea pityocampa*, pine processionary moth, predator, teratology, egg-batch, Aleppo pine, Valencia, Spain.

## REFERENCIAS

- ANDERSON, D.R. & POSPAHALA, R.S., 1970. Corrections of bias in belt transect studies of immobile objects. *J. Wildlife Manage.*, 34 (1): 141-146.
- COSTAS, M., LÓPEZ, T. & VÁZQUEZ, M.A., 1992. Teratologías en Lygaeidae. V Congreso Ibérico de Entomología, Lisboa, pp. 313-322.
- CRESPO, M.B., 1989. *Contribución al estudio florístico, fitosociológico y fitogeográfico de la Sierra Calderona (Valencia-Castellón)*. Tesis Doctoral, Universitat de València.
- DÉMOLIN, G. & DELMAS, J.C., 1967. Les Éphippigères (Orthoptères Tettigonidae) prédateurs occasionnels, mais importants de *Thaumetopoea pityocampa* Schiff. *Entomophaga*, 12 (4): 399-401.
- DOLLING, W.R., 1991. *The Hemiptera*. Oxford University Press, Oxford.
- FUENTE, J.A. DE LA, 1973. Revisión de los pentatómidos ibéricos. Parte II. Tribus Aeliini Stal, 1872. *Stagonomini nov. nom.* (= Eysarcorini auct.) y Carporini Distant, 1902. *EOS*, 48:115-129.
- GUARA, M., 2002. *Elaboración de un mapa de densidades de flora singular de la Comunidad Valenciana*. Convenio de Colaboración entre la Generalitat Valenciana (Conselleria de Medi Ambient) y la Universitat de València-Estudi General.
- HALPERIN, J., 1990. Natural enemies of *Thaumetopoea* spp. (Lep., Thaumetopoeidae) in Israel. *J. Appl. Entomol.*, 109: 425-435.
- LÓPEZ-SEBASTIÁN, E., GARCÍA, M.D. & SELFA, J., 2004a. *Thyreonotus corsicus corsicus* y *Steropleurus andalusius* (Orthoptera, Tettigoniidae) como depredadores de *Thaumetopoea pityocampa* (Lepidoptera, Notodontidae) en el noroeste de Valencia (España). *Anales biol.*, 26: 29-34.
- LÓPEZ-SEBASTIÁN, E., TINAUT, A. & SELFA, J., 2004b. Acerca de *Crematogaster scutellaris* (Olivier, 1791) (Hymenoptera, Formicidae) como depredador de huevos de la procesionaria del pino. *Bol. San. Veg. Plagas*, 30: 699-701.
- LEDESMA, L., 1971. Notas relativas a la distribución y predación de puestas de "Procesionaria del pino" (*Thaumetopoea pityocampa* Schiff.) sobre pies en edades de monte bravo y latizal de pino negral (*Pinus laricio* Poir). *Bol. Serv. Plag. For.*, 14 (27): 71-80.
- PANIZZI, A.R., MCPHERSON, J.E., JAMES, D.G., JAVAHERY, M. & MCPHERSON, R.M., 2000. Stink Bugs (Pentatomidae). In SCHAEFFER, C.W. & PANIZZI, A.R. (Eds), *Heteroptera of economic importance*, 13: 421-474. CRC Press, Boca Raton.

- MIRCHEV, P., SCHMIDT, G.H., TSANKOV, G. & AVCI, M., 2004. Egg parasitoids of *Thaumetopoea pityocampa* (Den. & Schiff.) (Lep., Thaumetopoeidae) and their impact in SW Turkey. *J. Appl. Entomol.*, **128** (8): 533-542.
- RIBES, J., BLASCO-ZUMETA, J. & RIBES, E., 1997. *Heteroptera de un sabinar de Juniperus thurifera L. en los Monegros, Zaragoza*. Monografías de la Sociedad Entomológica Aragonesa, 2.
- RIBES, J. & RIBES, E., 2001. Lista de especies de Heteroptera del Parque de Collserola, Barcelona. *Boln. S.E.A.*, **29**: 69-78.
- RIBES, E., 2004. *Els Heteròpters del Parc de Collserola: Faunística, Bioecologia i Gestió*. Tesis Doctoral, Universitat de Barcelona.
- RIVAS-MARTÍNEZ, S., DÍAZ, T.E., FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ, F., IZCO, J., LOIDI, J. & LOUSA, M., 2002. Vascular plant communities of Spain and Portugal. *Itinera Geobotanica*, **15** (1): 5-432.
- SCHMIDT, G.H., TSANKOV, G. & MIRCHEV, P., 1997. The egg parasitoids of *Thaumetopoea pityocampa* in the Atlas Mountains near Marrakech (Morocco). *Phytoparasitica*, **25** (4): 275-281.
- SCHUH, R.T. & SLATER, J.A., 1995. *True bugs of the world (Hemiptera: Heteroptera). Classification and Natural History*. Cornell University Press, New York
- ŠTUSAK, J.M. & STEHLÍK, J.L., 1982. Fifth contribution to the teratology of Tingidae (Heteroptera). Anomalies of fore wings (Hemelytra). *Acta Mus. Moraviae, Sci. Nat.*, **67**: 163-180.
- TSANKOV, G., SCHMIDT, G.H. & MIRCHEV, P., 1996. Structure and parasitism of egg-batches of a different processionary moth population of *Thaumetopoea pityocampa* Den. & Schiff. (Lep., Thaumetopoeidae) found in Bulgaria. *Boll. Zool. agr. Bachic.*, Ser. II, **28** (2): 195-207.
- VÁZQUEZ, M.A. & PARÍS, M., 1986. Datos preliminares de Pentatomoidea y Coreoidea de las Lagunas de Ruidera (Hemiptera, Heteroptera). *Actas VIII Jornadas de la Asoc. esp. Ent.*, Sevilla, pp. 427-436.
- WAGNER, E., 1964. Beitrag zur Systematik der Gattung *Holcogaster* Fieber, 1860 (Hem. Het. Pent.). *Mitt. Deutsch. Ent. Ges.*, **23** (3): 56-60.

(Recepción: 31 octubre 2005)

(Aceptación: 20 noviembre 2006)

## Contribución al conocimiento de la entomofauna beneficiosa del nogal

M. I. PATANITA, F. MARTINS, E. VARGAS OSUNA

Los artrópodos beneficiosos, como agentes limitantes de las poblaciones naturales de los fitófagos, tienen un papel relevante en la protección de los cultivos. El conocimiento de las especies y de sus relaciones con los fitófagos en los ecosistemas agrarios es fundamental para la protección integrada de los cultivos.

En este trabajo se hace un inventario de las especies beneficiosas, en dos parcelas contiguas de un nogal de la variedad Hartley, en la Quinta do Pereiro, cerca de Ferreira del Alentejo (Portugal). El método de captura utilizado fue la técnica del golpeo efectuada quincenalmente. Con base a índices de dominancia y frecuencia, se hace la sistematización de los diferentes grupos taxonómicos, durante el período comprendido entre Abril y Octubre de 2002 y 2003, con objeto de dar indicaciones sobre las especies que, por su abundancia y/o frecuencia, se presentan como agentes biológicos a preservar y fomentar.

Entre los insectos beneficiosos capturados, predominaron los coleópteros coccinélidos, particularmente la especie *Stethorus punctillum*, seguidos de los neurópteros crisópidos, de los coleópteros carábidos y de los himenópteros de las superfamilias Proctotruoidea y Chalcidoidea.

M. I. PATANITA. Escola Superior Agrária de Beja, Apartado 6-158 7801-908 Beja.  
F. MARTINS. Direcção Geral de Protecção das Culturas, Quinta do Marquês 2780 Oeiras.  
E. VARGAS OSUNA. Depto. de Ciências y Recursos Agrícolas y Forestales, Universidad de Córdoba, Campus Rabanales, Edificio "Celestino Mutis", Crta. de Madrid, Km 396, 14071 Córdoba.

**Palabras clave:** Coccinellidae, enemigos naturales, Portugal, *Juglans regia*.

### INTRODUCCIÓN

Entre las plagas que atacan el cultivo del nogal (*Juglans regia* L.), la carpocapsa, *Cydia pomonella* (L.), es considerada la más importante, seguida del taladro amarillo, *Zeuzera pyrina* (L.), de los áfidos *Chromaphis juglandicola* (Kaltenbach) y *Panaphis juglandis* (Goetze) y de los ácaros, *Eriophyes erineus* (Nalepa), *E. tristriatus* (Nalepa), *Tetranychus cinnabarinus* (Boisduval) y *T. ludeni* Zacher (CARMONA y DIAS, 1996).

Como enemigos naturales de las plagas del nogal en Portugal, se citan coccinélidos, particularmente las especies *Adalia decem-*

*punctata* (L.) y *Oenopia globata* (L.), los sírfidos *Melisaeva auricollis* (Meigen) y *Syrphus* sp., crisópidos y el parasitoide *Trioxyx pallidus* (Haliday), como los principales insectos beneficiosos en el control natural de los áfidos (CECILIO e ILHARCO, 1995). Según CARMONA y DIAS (1996), son también importantes en el nogal los ácaros fitoseídeos *Amblyseius avernas* (Oud.), *A. andersoni* (Chant), *A. concordis* Chant, *Pro-nematus ubiquitousus* (P.), *Typhlodromus rhenanus* (Oud.) y *T. soleiger* (Ribaga). Más recientemente han sido citados por primera vez en Portugal (RIBEIRO y PINTO DE ABREU, 1999) las especies *Holoparamesus singula-*

*ris* (Beck) (Coleoptera: Lathridiidae) y *Alloeorhynchus putoni* Kirkaldy (Heteroptera: Nabidae).

Debido a la escasa información que existe en Portugal, el objetivo de este trabajo es contribuir al conocimiento de las especies que constituyen la fauna beneficiosa del nogal y de las respectivas épocas de actividad, con objeto de poder diseñar en el futuro estrategias de lucha que permitan aprovechar el máximo su acción limitadora de las poblaciones de fitófagos.

## MATERIAL Y MÉTODOS

La lista de los artrópodos presentada en este trabajo fue elaborada en base a las capturas efectuadas mediante el golpeo de la planta, técnica descrita por AMARO y BAGGIOLINI (1982). Entre Abril y Octubre de los años 2002 y 2003 se llevó a cabo el muestreo periódico (quincenal) en un nogal (*Juglans regia* L.) de la variedad Hartley de 30 ha ubicado cerca de Ferreira do Alentejo, en la Quinta do Pereiro. Las parcelas en estudio fueron de 2 ha cada una, con nogales de 12 años en conformación de vaso.

Los artrópodos, después de ser capturados, eran matados con acetato de etilo y posteriormente llevados al laboratorio, con el objetivo de ser separados y clasificados taxonómicamente. Los insectos de cada Orden capturados fueron inicialmente agrupados en familias, para los coccinélidos, crisópidos, antocóridos, míridos, o en Superfamilias en el caso de los himenópteros parasitoides.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La fauna beneficiosa capturada (Cuadro 1) pertenece, en su mayoría, a la clase Insecta y a las familias Coccinellidae, Chrysopidae, Anthocoridae, Miridae y a las superfamilias Chalcidoidea y Proctotrupeoidea. También fueran capturados artrópodos beneficiosos de la clase Arachnida.

Entre los coleópteros beneficiosos predominan los de la familia Coccinellidae. En un

total de 1541 ejemplares en el año 2002 y de 2087 en el año 2003, fueron identificadas 11 especies. *Stethorus punctillum*, especie polífaga de amplia distribución geográfica, depredadora de ácaros, áfidos, trips y cochinillas (RAIMUNDO y ALVES, 1984), se presenta como especie dominante (83% del total de ejemplares capturados el primero año y 86% el segundo año) (Cuadro 2) y de las más frecuentes (presencia en 73 % del total de las capturas efectuadas el año 2002 y de 71% el año 2003) (Cuadro 3). Del conjunto de especies, *S. punctillum*, *Pullus mediterraneus* y *Propylea quatuordecimpunctata* representan el 91% del total de capturas de coccinélidos, en el primero año y 97% en segundo año. La predominancia de estas especies esta de acuerdo con los resultados obtenidos por MARTINS *et al.* (2002) en limonero.

En conjunto, cabe destacar la presencia de especies afidófagas, coccidófagas y acarófagas. Entre las especies afidófagas se capturaron *Scymnus apetzifrontalis*, *Coccinella septempunctata* y *Propylaea quatuordecimpunctata*, que se alimentan posiblemente también de pseudocóccidos (MAGRO *et al.*, 1994). *S. punctillum*, que fue la especie más observada seguida de *P. mediterraneus*, fue detectada desde mediados de Junio hasta final del periodo de muestreo, registrando un pico de capturas el 18 de Septiembre, en 2002 y el 27 de Agosto en 2003 (Figura 1). La dominancia y frecuencia relativa de esta especie (Cuadros 2 y 3) permite ser considerada de gran valor para la limitación natural de los fitófagos.

Entre los coleópteros cabe mencionar la presencia de carábidos en número considerable (247 y 133) y de estafilínidos, aunque éstos en número muy reducido (Cuadro 1).

En relación a los neurópteros depredadores, fueron capturados crisópidos, coniopterígidios y hemerobíidos, constituyendo los crisópidos el grupo dominantes (97% del total de neurópteros capturados el año de 2002 y 94% en año de 2003) y con una frecuencia de 82% en primero año y de 93% el segundo año (Cuadro 1, Figura 2). La familia Chrysopidae son depredadores polífagos



Cuadro 1. Fauna beneficiosa del nogal en Ferreira do Alentejo.

Principales grupos y especies	Año 2002	Año 2003
Clase Insecta		
Coleoptera		
Familia Coccinellidae	1541	2087
<i>Coccinella septempunctata</i> L.	17	15
<i>Pullus mediterraneus</i> Fabr.	66	194
<i>Rhizobius</i> spp.	25	6
<i>Chilochorus bipustulatus</i> (L.)	4	7
<i>Stethorus punctillum</i> (Weise)	1281	1812
<i>Oenopia</i> sp.	46	0
<i>Propylaea quatuordecimpunctata</i> (L.)	50	19
<i>Tytthaspis sedecimpunctata</i> (L.)	31	9
<i>Scymnus apetzi</i> Mulsant / <i>S. frontalis</i> (F.)	6	1
<i>Adalia decempunctata</i> (L.)	0	1
Otros	6	24
Familia Carabidae	247	133
Familia Staphylinidae	14	0
Familia Dasytidae	5	0
Hemiptera		
Familia Anthocoridae	61	16
<i>Anthocoris</i> spp.	22	8
<i>Orius</i> spp.	39	8
Familia Miridae	169	43
<i>Deraeocoris lutescens</i> (Schilling)	168	38
<i>Atractomus</i> sp.	1	5
Familia Lygaeidae	32	46
Familia Nabidae	9	0
<i>Nabis ferus</i> (L.)	2	0
Otros	1	0
Neuroptera		
Familia Chrysopidae	1108	167
Familia Coniopterygidae	20	4
Familia Hemerobiidae	17	7
Hymenoptera		
Superfamilia Chalcidoidea	247	393
Superfamilia Ichneumonoidea	22	348
Superfamilia Proctotrupeoidea	133	416
Otros	8	101
Dermaptera		
Familia Forficulidae	4	20
<i>Forficula auricularia</i> L.	4	20
Clase Aracnida	918	2716
Arañas	918	2716

Cuadro 2. Valores de dominancia (%) de las especies de coccinélidos, capturados por la técnica del golpeo, en nogal de Ferreira do Alentejo.

Especie	Dominancia (%)	
	Año 2002	Año 2003
<i>Coccinella septempunctata</i>	1,10	0,72
<i>Pullus mediterraneus</i>	4,28	9,29
<i>Rhizobius spp.</i>	1,62	0,28
<i>Chilocorus bipustulatus</i>	0,26	0,33
<i>Stethorus punctillum</i>	83,13	86,82
<i>Oenopia sp.</i>	2,99	0,00
<i>Propylaea quatuordecimpunctata</i>	3,24	0,91
<i>Tythaspis sedecimpunctata</i>	2,01	0,43
<i>Scymnus apetzifrontalis</i>	0,39	0,00
<i>Adalia decempunctata</i>	0,00	0,05
Otros	0,97	1,15

Total de ejemplares capturados: 1541 (2002), 2087 (2003)

Cuadro 3. Valores de frecuencia (%) de las especies de coccinélidos, capturados por la técnica del golpeo, en nogal de Ferreira do Alentejo.

Espécie	Frecuencia relativa (%)	
	Año 2002	Año 2003
<i>Coccinella septempunctata</i>	55	64
<i>Pullus mediterraneus</i>	73	86
<i>Rhizobius spp.</i>	27	7
<i>Chilocorus bipustulatus</i>	18	36
<i>Stethorus punctillum</i>	73	93
<i>Oenopia sp.</i>	36	0
<i>Propylaea quatuordecimpunctata</i>	45	43
<i>Tythaspis sedecimpunctata</i>	18	36
<i>Scymnus apetzifrontalis</i>	18	0
Otros	18	36

que se alimentan de una gran variedad de insectos (áfidos, cicadélidos, aleuródidos, cochinillas, huevos de lepidópteros, larvas jóvenes y ácaros) (PANTALEÃO *et al.*, 1994). En nuestro estudio fueron capturados desde el 12 de Junio hasta la cosecha, en el 2002, y desde inicio de Abril hasta mediados de Septiembre, en el 2003, con un pico poblacional el 18 de Septiembre del 2002 y el 5 de Junio del 2003. En el recuento se incluyeron los adultos y las larvas.

Entre los hemípteros depredadores, de un total de 273 ejemplares predominaron las

familias Miridae, Anthocoridae y Lygaeidae. En la familia Miridae fueron capturados 169 ejemplares en el 2002, de los cuales 168 pertenecían a la especie *Deraeocoris lutescens* (62% del total de hemípteros depredadores), y solamente 43 ejemplares en el 2003, siendo 38 de la especie *D. lutescens* (41% del total de hemípteros depredadores) (Cuadro 1, Figura 3). *D. lutescens* presentó un pico poblacional entre el 24 de Junio y el 9 de Julio, volviendo a subir su nivel poblacional durante el mes de Septiembre. Los míridos, aunque son polípagos, tienen una elevada efi-

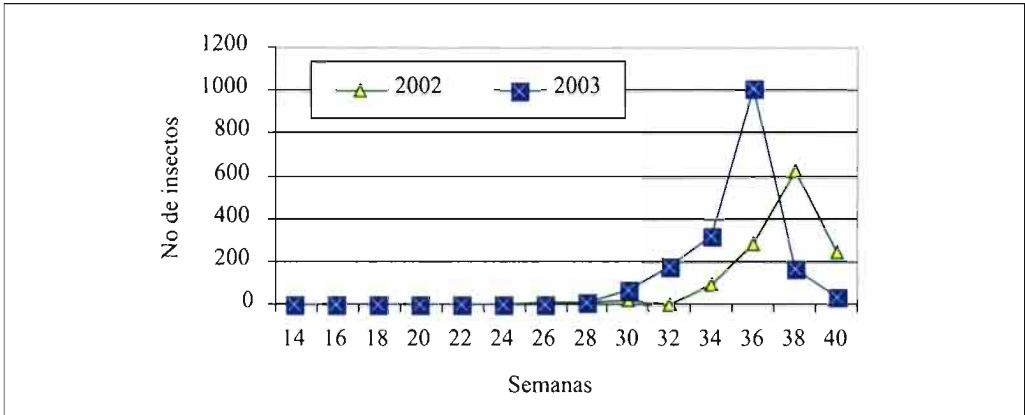


Figura 1. Evolución de las capturas de *Stethorus punctillum* en nogal de Ferreira do Alentejo.

cacia potencial sobre los ácaros y psilas. En la familia Anthocoridae, depredadores polí-fagos de ácaros, psilas y trips (REBOULET, 1999), predominó el género *Orius* (14% del total de hemípteros depredadores), con una frecuencia de 55% en el muestreo del año de 2002 y de solamente 21% en el segundo año.

Los ejemplares de *Orius* spp. fueron observados desde el 9 de Julio hasta la cosecha, con un máximo de capturas el 18 de Septiembre, en el primero año, mientras que en el segundo año fueron escasos.

En relación a los himenópteros parasitoides, se capturaron varios ejemplares pertene-

cientes a las superfamilias Chalcidoidea, Proctotrupeoidea e Ichneumonoidea, predominando los calcidoideos (60% del total de himenópteros capturados) en el 2002, mientras que en el 2003 los proctotrupeoideos fueron los más abundantes (33% del total de himenópteros) y además los más frecuentes al estar presentes en todas los muestreos efectuados. Los Proctotrupeoidea presentan valores de dominancia de 32% en relación a los himenópteros capturados y un valor de frecuencia relativa de 82%, en 2002, tiendo en 2003 una dominancia de 33% y frecuencia relativa de 100%. Estos auxiliares surgie-

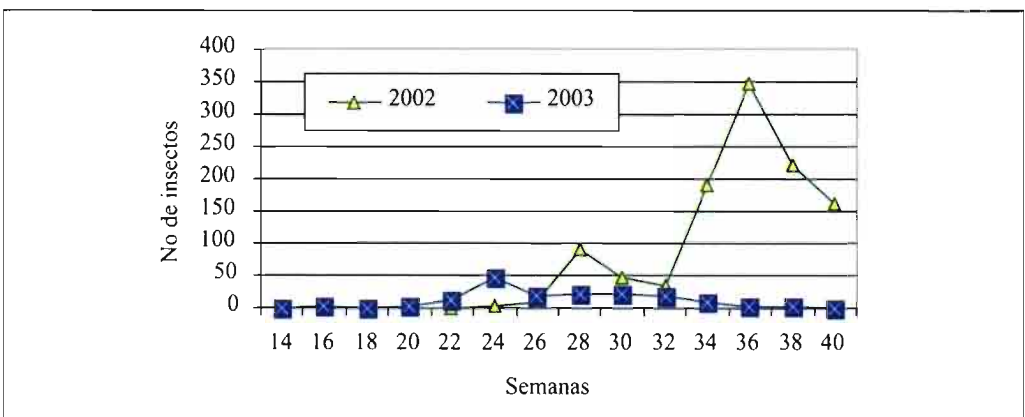


Figura 2. Evolución de las capturas de crisópidos en nogal de Ferreira do Alentejo.

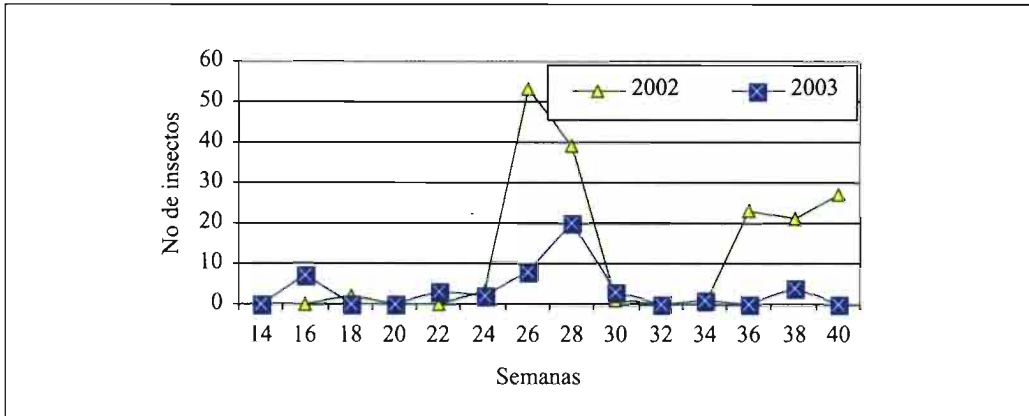


Figura 3. Evolución de las capturas de míridos en nogal de Ferreira do Alentejo.

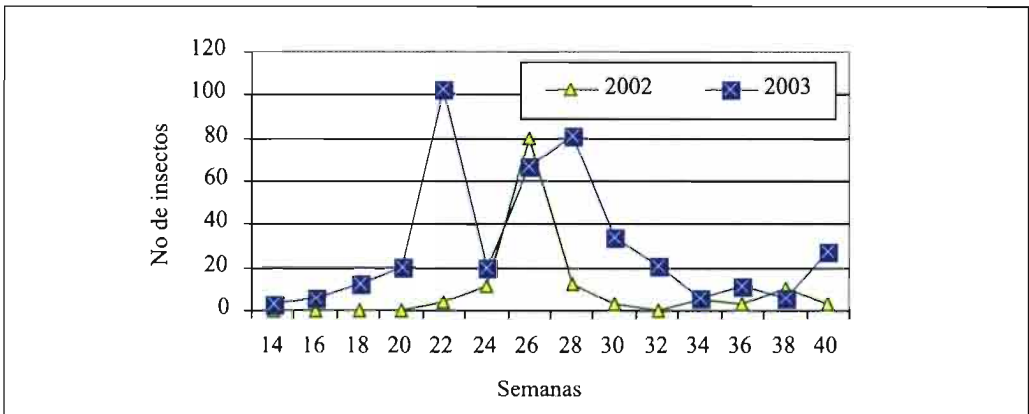


Figura 4. Evolución de las capturas de himenópteros Proctotrupoidea en nogal de Ferreira do Alentejo.

ron en Abril (Figura 4), aumentando sus poblaciones a partir de finales de Mayo en el 2002 y mediados de Junio en el 2003, lo que sugiere que tienen un papel importante en la limitación natural de las poblaciones de áfidos, que fueron observados en el campo a partir de mediados de Junio.

Las arañas estuvieron presentes en todas los muestreos efectuados y, dado el elevado número de ejemplares que se registró (918 en 2002 y 2716 en 2003), sería de mucho

interés verificar su importancia real e identificar las especies más importantes.

Podemos concluir que han sido reconocidos insectos beneficiosos que forman parte de la entomofauna del nogal. Pensamos que hay necesidad de continuar este estudio en próximos años para verificar si las especies predominantes son las mismas o si aparecen otras nuevas, así como profundizar más sobre sus períodos de actividad y su relación con los fitófagos presentes en el ecosistema del nogal.

ABSTRACT

PATANITA M. I., F. MARTINS, E. VARGAS OSUNA. 2006. Evaluation of the beneficial insects in walnut orchard. *Bol. San. Veg. Plagas*, **32**: 29-35.

The biological control of pests, being a part of any agro-ecosystem itself, plays an important role in integrated pest management. It specifies knowledge and their relationships in the agrarian ecosystems are fundamental in the Integrated Pest Control.

The main goal of this research is to make an inventory of the beneficial insects, which were collected in a walnut orchard, at Quinta do Pereiro, near Ferreira do Alentejo. The collecting method was the "beating technique", used fortnightly. The classification of the different specimens sampled from April to October 2002 y 2003 was accomplished by means of the dominance and frequency indexes. The results allow inferring about the species that, by their population levels and/or frequency, can be considered as agents in biological control, and thus should be preserved and enhanced in the walnut agro-ecosystem.

Among the beneficial insects that were collected, the family Coccinellidae was predominant, particularly the species *Stethorus punctillum*, followed by Crysopidae (Neuroptera), Carabidae (Coleoptera) and the Superfamilies Proctotrupeoidea and Chalcidoidea (Hymenoptera).

**Key words:** Coccinellidae, natural enemies, Portugal, *Juglans regia*

REFERENCIAS

- AMARO, P., BAGGIOLINI, M. Ed 1982. *Introdução à protecção integrada*. FAO/DGPC, Lisboa, 276 pp.
- CARMONA, M<sup>a</sup> M., DIAS, J. 1996. *Fundamentos de acarologia agrícola*. Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa, 423 pp.
- CECÍLIO, A., ILHARCO, F. 1995. The control of walnut aphid, *Chromaphis juglandicola* (Homoptera: Aphydoidea) in walnut orchards in Portugal. *Acta Horticulturae*, **442**: 399-406.
- MAGRO, A.; FRANCO, J., RAIMUNDO, A. 1994 Os coccinélidos associados aos citrinos. *Actas do 1º Congresso de citricultura*, 20-22 Janeiro 1993, Silves: 443-450.
- MARTINS, M<sup>a</sup> F.; MENDONÇA, T.; LAVADINHO, A., VIEIRA, M<sup>a</sup> M. 2002. Entomofauna num pomar de limoeiros, no Escaroupim (Ribatejo), em Portugal. *Bol. San. Veg. Plagas*, **28**: 435-443.
- PANTALEÃO, F.; PASSOS DE CARVALHO, J.; FRANCO, J., MAGRO, A. 1994. Crispódeos associados ao Citrinos. *Actas do 1º Congresso de citricultura*, 20-22 Janeiro 1993, Silves: 427-431.
- RAIMUNDO, A., ALVES, M. 1984. Dois coccinélidos predadores pouco conhecidos em Portugal. *Bol. Soc. Port. Entomologia II-15 (45)*: 161-168.
- REBOULET, J. 1999. *Les Auxiliares entomophages*. ACTA, Paris, 136 pp.
- RIBEIRO, F., PINTO DE ABREU, C. 1995. Studies on beneficial insects from the superficial stratum of a walnut orchard soil. *Acta Horticulturae*, **442**: 407-418.

(Recepción: 14 noviembre 2005)

(Aceptación: 13 febrero 2006)



## Utilización de feromona sexual para el control de *Zeuzera pyrina* (L.) (Lepidoptera: Cossidae) en nogal

M. I. PATANITA, E. VARGAS OSUNA

El lepidóptero *Zeuzera pyrina* (L.) es una especie xilófaga que en estado de larva ataca a brotes y ramas de numerosas especies frutales y forestales, pudiendo llegar a causar la muerte de árboles jóvenes o debilitamiento y pérdida de ramas en árboles de mayor edad. Las aplicaciones insecticidas son poco eficaces debido al hábito endófito de las larvas y al amplio periodo de oviposición.

En este trabajo se estudian las posibilidades de uso de la feromona sexual de la especie para el control de sus poblaciones en nogales de dos localidades del Sur de Portugal (Ferreira de Alentejo y Beja), en donde se ensayaron las técnicas de trapeo masivo y de confusión sexual durante los años 2003-2004 y 2002-2003 respectivamente.

El método del trapeo masivo, con el uso de dispensadores de feromonas en trampas Mastrap (Isagro), resultó efectivo a densidades de 8 y 5 trampas/ha. También dio resultados aceptables el método de confusión sexual mediante dispensadores Izonet Z que contienen 70 mg de (E,Z)-2, 13-octodecadienil acetato y (E,Z)-3, 13-octodecadienil acetato, a las densidades de 400 dispensadores en el 2002 y 300 dispensadores en el 2003.

M. I. PATANITA. Área Departamental de Ciências do Ambiente. Escola Superior Agrária de Beja, Rua Pedro Soares, Apartado 6158, 7801 - 908 Beja. E-mail: ipatanita@esab.ipbeja.pt  
E. VARGAS OSUNA. Entomología Agroforestal. Departamento de Ciências y Recursos Agrícolas y Forestales. Universidad de Córdoba. Campus Rabanales, Edificio Celestino Mutis. 14071 Córdoba.

**Palabras clave:** taladro amarillo, trapeo masivo, confusión sexual, Portugal.

### INTRODUCCIÓN

El taladro amarillo, *Zeuzera pyrina* (L.) (Lepidoptera: Cossidae), es un insecto xilófago que en su estado larval ataca a brotes y ramas de numerosas especies frutales y forestales, pudiendo llegar a causar la muerte de árboles jóvenes o debilitamiento y pérdida de ramas en árboles de mayor edad.

Los adultos de *Z. pyrina* empiezan a aparecer al final de la primavera y el período de vuelo dura todo el verano. Son de costumbres nocturnas y las hembras hacen la puesta en grupos sobre la corteza de los árboles, preferiblemente en zonas con heridas o

entradas de galerías de anteriores ataques. Ponen gran cantidad de huevos, de 500 a 1000 (GARCÍA MARÍ y FERRAGUT PÉREZ, 2002). La incubación dura una semana y las orugas recién nacidas van a los brotes jóvenes e inician galerías ascendentes entrando por las axilas (GARCÍA TEJERO, 1989). Durante su desarrollo emigran varias veces, en sentido descendente, buscando madera cada vez más gruesa. En invierno su actividad se reduce, volviendo a reanudarse en primavera. Según las condiciones climáticas, hay un porcentaje más o menos elevado de orugas que finalizan su desarrollo durante la primavera siguiente, crisalidan y se convier-

ten en adultos (GARCÍA MARÍ y FERRAGUT PÉREZ, 2002).

Los daños provocados por este insecto se observan inicialmente en la parte terminal de los brotes, que secan a partir del punto de penetración de la oruga. La galería, por su parte inferior, comunica con el exterior mediante un orificio por el que sale el serrín y los excrementos, que llegan a formar un montoncito al pie del árbol, por lo que se las descubre fácilmente (DE ANDRÉS, 1991; NETO y CLEMENTE, 1998, GARCÍA TEJERO, 1989).

El control de esta especie es muy problemático porque las larvas viven dentro de las ramas y el período de puesta dura aproximadamente cuatro meses (PASQUALINI *et al.*, 1992). El hecho de que esta plaga pase casi toda su vida en el interior de los brotes, dificulta su control a través de prácticas habituales, tales como la introducción de un alambre flexible en las galerías para matar la larva, o mediante la utilización de insecticidas de elevado espectro contra los adultos. Se necesitan, por tanto, métodos de control alternativos. La feromona sexual de esta especie se conoce y está disponible de varios proveedores, por lo que la confusión sexual y la captura masiva pueden ser buenas estrategias de lucha contra esta especie.

La captura masiva se ha desarrollado en Italia (PASQUALINI *et al.*, 1996; PASQUALINI y NATALE, 1999) y se ha probado en otros países europeos (Portugal, España, Grecia). Los resultados revelan un grado variable de éxito (PASQUALINI *et al.*, 1996; HANIOTAKIS *et al.*, 1999) debido, en algunos casos, a la eficacia del dispensador usado. Cuando ha tenido éxito, se han observado reducciones del número de machos capturados por trampa (PASQUALINI *et al.*, 1996) y un descenso de las poblaciones larvianas después del uso continuo del método (AVILLA y BOSCH, 2001).

La confusión sexual empezó en los años 90 (AUDEMARD *et al.*, 1997) y la investigación ha continuado durante esta década (PASQUALINI y NATALE, 1999, HANIOTAKIS *et al.*, 1999; SARTO, 2001). Los resultados más

recientes demuestran el éxito del método. Por ejemplo, en Grecia después del primer año se observó una reducción de la infestación de los árboles y de los brotes, así como del número de galerías activas en la parcela con confusión sexual con respecto al testigo (HANIOTAKIS *et al.*, 1999). La reducción del número de galerías larvales y del número de brotes atacados es mayor cuando la confusión sexual es aplicada durante varios años consecutivos (SARTO, 2001).

El objetivo de este trabajo es evaluar las posibilidades de uso de la feromona sexual de *Z. pyrina* para el control de sus poblaciones en nogales de la región del Alentejo (Sur de Portugal), en donde se ensayaron respectivamente las técnicas de trampeo masivo y de confusión sexual durante dos años.

## MATERIAL Y MÉTODOS

### Seguimiento de las poblaciones y daños

El seguimiento de las poblaciones de *Z. pyrina* se hace en dos localidades: Beja y Ferreira do Alentejo, en la región del Baixo Alentejo (Sur de Portugal) durante 2002 y 2003. Se instalaron trampas sexuales antes del inicio del vuelo y se retiraron a la finalización de éste. Las trampas utilizadas fueron las de tipo funnel sin alas, llamadas Mastrap, y el dispensador de feromona es una cápsula de polietileno con la feromona sintética compuesta de E2,Z13-18Ac y E3,Z13-18Ac en la proporción de 95:5, y suministrada por Isagro (Italia). La densidad de las trampas fue de tres por hectárea, excepto en el año de 2003 en Ferreira do Alentejo donde se utilizaron dos trampas por hectárea. Las trampas fueron observadas semanalmente para registrar el número de adultos capturados, y las cápsulas se substituyeron mensualmente.

Se realizaron observaciones visuales en toda el área, durante el mes de Mayo para la detección de perforaciones activas causadas por el taladro amarillo, y en Agosto para la detección de perforaciones resultantes de puestas efectuadas durante el verano, calculando el porcentaje de árboles dañados.



### Captura Masiva

En 2003 el ensayo fue instalado en tres parcelas de aproximadamente 1 hectárea cada una. Los nogales son de 10 años, de la variedad Serr y están localizados en Ferreira do Alentejo. Se siguió la metodología utilizada por PASQUALINI *et al.* (1996), que consistió en instalar dos trampas en una de las parcelas (testigo), cinco trampas en otra parcela y ocho trampas en la tercera. Las trampas utilizadas son del tipo Mastrap y la feromona comercial Isagro. Estas trampas se colocaron a 1 metro por encima del árbol y fueron observadas semanalmente para el registro del número de adultos capturados.

En Mayo se realizaron observaciones visuales para la detección de perforaciones activas en tronco y en Agosto para detectar las perforaciones resultantes de puestas efectuadas durante el verano, acompañar la progresión de la infestación y obtener resultados de la aplicación del método.

Para el análisis estadístico de los datos se utilizó el test de chi-cuadrado mediante el programa Statistix 8.0.

### Confusión Sexual

El método de confusión sexual fue aplicado en un nogal ubicado en Monte da Rapo-

sinha, próximo a la ciudad de Beja, que tiene 10,5 ha con las variedades Serr y Hartley. Como testigo se utilizó una parcela aislada de la anterior, con 2 ha de la variedad Hartley, en la que no se aplicó ningún tratamiento insecticida desde Junio de 2001.

Los dispensadores de feromona Izonet Z, suministrados por Biosani y producidos por Shin-Etsu Chemical Co., Ltd., fueron instalados en la parte superior de la copa de los árboles a mediados de Abril, a unas densidades de 400 dispensadores/ha en el 2002 y 300 dispensadores/ha en el 2003, con un refuerzo de 10% en los bordes. Cada dispensador contiene 70 mg de (E,Z) - 2,13 octadecadienilacetato y (E,Z) - 3, 13 octadecadienilacetato.

La eficiencia del método fue evaluado por la comparación entre el nivel de infestación en los troncos y brotes después de un año, mediante el test de chi-cuadrado.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Seguimiento de las poblaciones y daños

La Figura 1 muestra que en las dos localidades el número total de capturas/trampa en el 2002 fue dos veces superior al registrado en año 2003. Las capturas se inician a

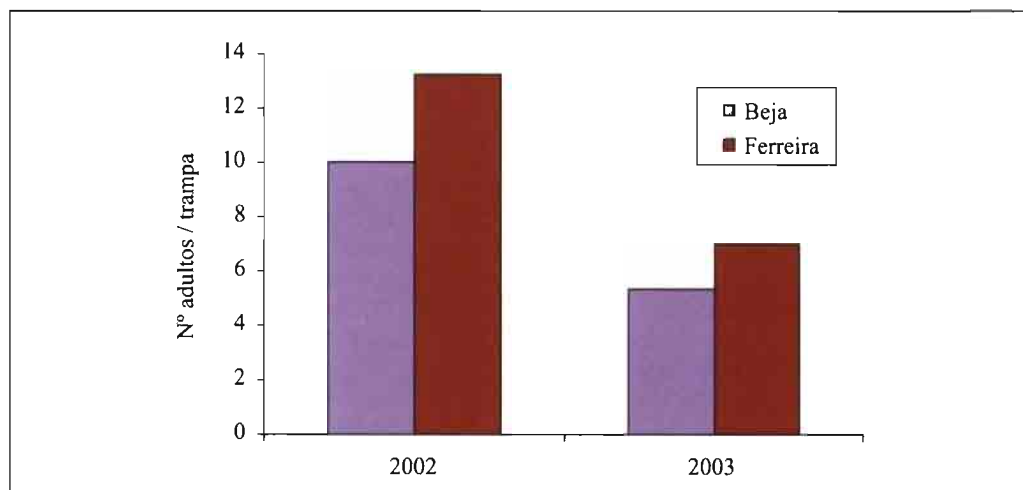


Figura 1. Número total de adultos de *Zeuzera pyrina* por trampa durante 2002 y 2003 en Beja y Ferreira do Alentejo.

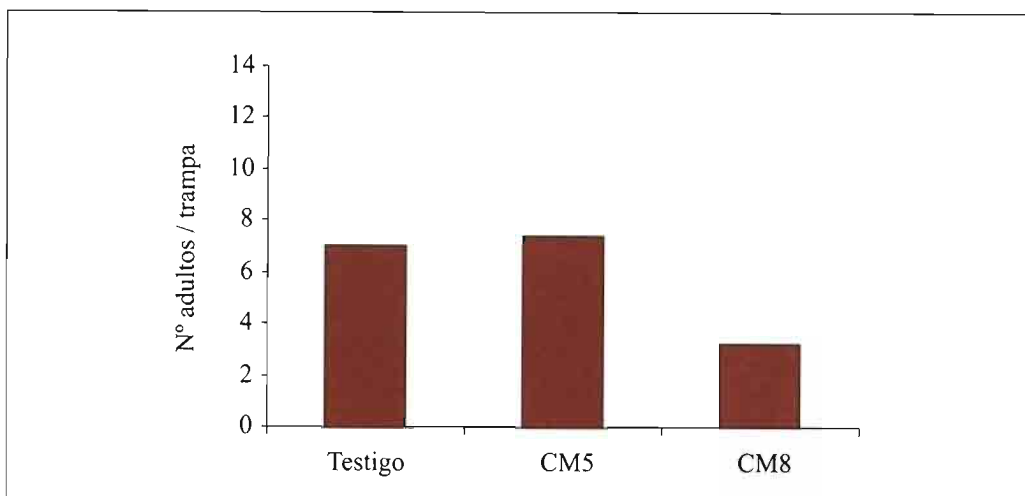


Figura 2. Número total de adultos *Zeuzera pyrina* capturados por trampa en las parcelas con captura masiva y testigo, durante 2003 en Ferreira do Alentejo.

mediados de Mayo, con un máximo de vuelo a mediados o finales de Junio y terminan en Septiembre, si bien las capturas después de Julio son bajas. Estos resultados sugieren que el periodo de mayor actividad del adulto, en las condiciones estudiadas, es de dos meses (Junio y Julio).

### Captura Masiva

Se puede observar el número total de adultos de *Z. pyrina* por trampa en las parcelas con captura masiva y testigo en la Figura 2. El número total de capturas no está positivamente relacionado con la densidad de trampas; el mayor valor se registró en la parcela de captura masiva con cinco trampas (36 adultos). En las parcelas con captura masiva, las capturas de adultos por trampa disminuyeron con el aumento de la densidad (Figura 2).

En la Figura 3 se puede observar el porcentaje de árboles con galerías larvales activas. En las parcelas con 5 y 8 trampas se aprecia una tendencia hacia la reducción gradual de la infestación de los árboles, puesta de manifiesto por la disminución del porcentaje de troncos dañados, mientras que esto no ocurrió en la parcela testigo (con 2 trampas).

Más concretamente, el porcentaje de árboles con troncos infestados fue reducido en 41% (de 37,5 a 22,2) en las parcelas con 5 trampas y en 45% (de 51,5 a 28,1) en la parcela con 8 trampas; comparado con 33% de incremento de la infestación en la parcela testigo (de 12,3 a 18,3). Se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre la parcela del testigo y la parcela con 8 trampas ( $\chi^2(2)=141,43$ ) y también entre la parcela testigo y la parcela con 5 trampas ( $\chi^2(2)=53,87$ ). Este efecto es atribuible a la captura masiva, si bien se requiere ampliar los estudios para una conclusión definitiva sobre la eficacia del método.

Entre las dos observaciones del tronco, se realizó la observación de los brotes (Figura 3). En la parcela con 8 trampas/ha, la diferencia entre brotes dañados y los troncos infestados posteriormente puede ser debido a una elevada mortalidad larval, a una sobrestimación de brotes infestados, o a otros problemas sanitarios.

### Confusión sexual

La Figura 4 muestra el porcentaje de árboles con ramas infestadas y el porcentaje de árboles con brotes infestados en las par-

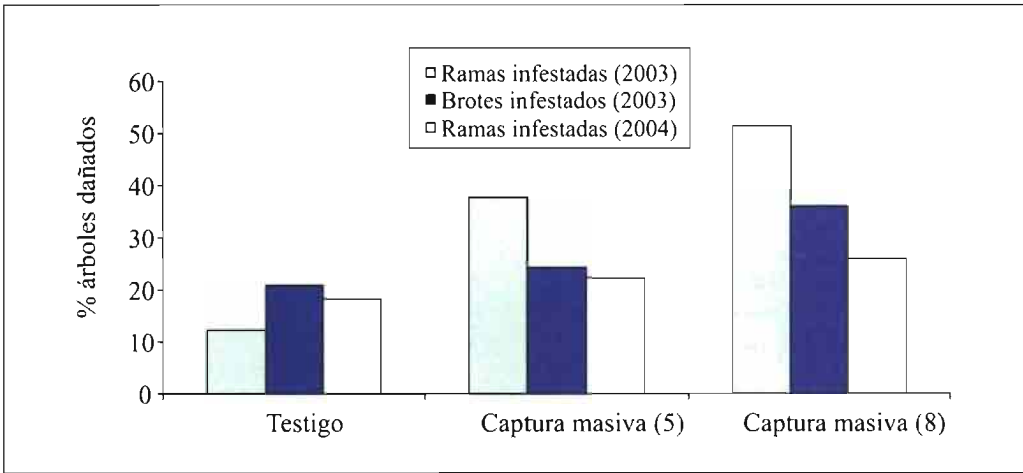


Figura 3. Porcentaje de árboles con galerías activas de *Zeuzera pyrina* en las parcelas con captura masiva y testigo durante los años 2003 y 2004 en Ferreira do Alentejo.

celas en confusión sexual y en el testigo. En la parcela con confusión sexual se aprecia una tendencia hacia una reducción gradual de la infestación de los árboles, expresada como porcentaje de brotes infestados o ramas infestadas, mientras que no ocurre lo mismo en la parcela testigo. Más exactamente, el porcentaje de árboles con brotes infestados se redujo en 34% (de 0,29% a 0,19%)

en las parcelas en confusión sexual, comparada con un incremento de la infestación de 45% en la parcela testigo (de 11,44 a 20,68) y el porcentaje de árboles con ramas infestadas fue reducido en 64% (de 3,53% a 1,29%) en la parcela en confusión sexual, comparada con un incremento de la infestación de 70% en la testigo (de 6,08 a 20,44). Estos resultados están de acuerdo con los obteni-

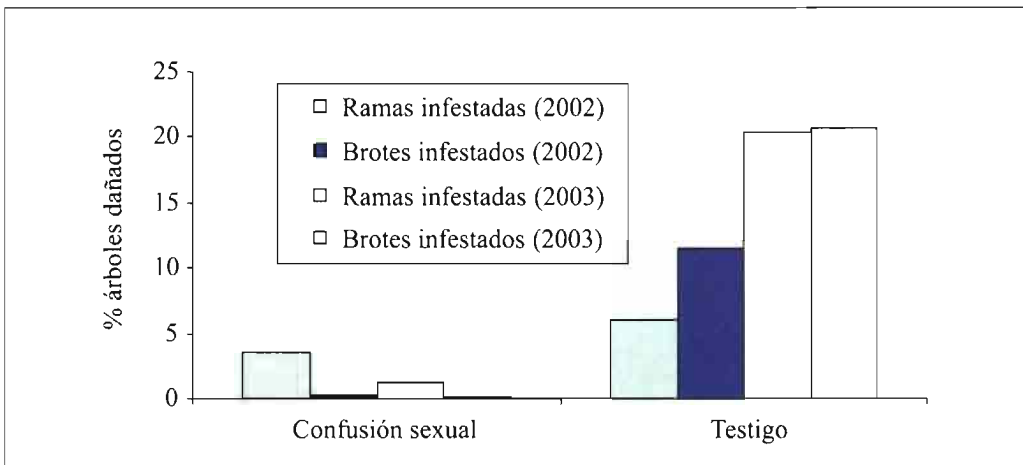


Figura 4. Porcentaje de árboles con larvas activas de *Zeuzera pyrina* en la parcela en confusión sexual y en el testigo durante los años 2002 y 2003 en Beja.

dos por HANIOTAKIS *et al.* (1999) en Grecia en frutales de manzano después de 1 año de aplicación del método, en donde se encuentra una reducción del porcentaje de árboles con brotes infestados de 67,4% en las parcelas tratadas y de 36,8% en la testigo; también se redujo el porcentaje de árboles con galerías activas en las ramas, en 53,5% en las tratadas y en 27,7% en la testigo. La reducción del número de brotes dañados ha de ser aún mayor cuando la confusión sexual sea aplicada durante varios años consecutivos (SARTO, 2001).

Como se puede apreciar en la Figura 4, si en el inicio de la confusión sexual hay 3,53%

de troncos infestados, al final del ensayo (2003) la infestación de los brotes es muy reducida. Por el contrario, en la parcela testigo, se observó un drástico aumento en los árboles infestados. Si en el inicio existía solamente un porcentaje de 6,08% de troncos infestados, en la última observación el resultado obtenido fue de 20,44%. Se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre la parcela del testigo y la parcela con confusión sexual ( $\chi^2(3) = 50,18$ ). Este efecto es atribuible a la confusión sexual, si bien se requiere ampliar los estudios para una conclusión definitiva sobre la eficacia del método.

#### ABSTRACT

PATANITA M. I., E. VARGAS OSUNA. 2006. The use of sexual pheromone in the control of *Zeuzera pyrina* L. (Lepidoptera: Cossidae) in walnut orchard. *Bol. San. Veg. Plagas*, 32: 37-43.

*Zeuzera pyrina* L. is a species that attacks, in larval stage, the buds and branches of numerous fruit and forest trees species, being able to end up causing the death of young trees or weakening and loss of branches in trees of more age. The insecticide applications are not very effective due to the endophytic habit of the larvae and to the wide of oviposition period.

In this work it is studied the possibilities of use of the sexual pheromone of the species for the control of their populations in walnuts of two towns of the South of Portugal (Ferreira of Alentejo and Beja) where we experiments the techniques of mass trapping and mating disruption during the years 2003-2004 and 2002-2003 respectively.

The method of mass trapping with the use of pheromone dispensers in traps Mastrap (Isagro) was effective to densities of 8 and 5 traps/ha. Also gave acceptable results the method of mating disruption by means of dispensers Izonet Z that contain 70 mg of (E,Z)-2, 13-octodecadienil acetate and (E,Z)-3, 13-octodecadienil acetate, to the density of 400 dispensers in the 2002 and 300 dispensers in the 2003.

**Key-words:** leopard moth, mass trapping, mating disruption, Portugal.

#### REFERENCIAS

- AUDEMARD, H., SAUPHANOR, B., ARMAND, E. 1997. Confusion sexuelle des males de *Zeuzera pyrina* L. (Lepidoptera: Cossidae) en vergers de pommiers. *IOBC/WPRS Bull.*, 20 (1): 101-106.
- AVILLA, J., BOSCH, D. 2001. Mass trapping and mating disruption for the control of leopard moth and apple clearwing moth. *IOBC/WPRS Bull.*, 24 (5): 167-172.
- DE ANDRÉS, F. 1991. Enfermedades y plagas del olivo. 2ª Edición Riquelme y Vargas Ediciones, S.L. Jaén, 646 pp.
- GARCIA MARÍ, F., FERRAGUT PEREZ, F. 2002. *Las Plagas Agrícolas*. 3 Edición. Phytoma-España, 400 pp.
- GARCIA TEJERO, F. 1989. *Plagas y Enfermedades de las Plantas Cultivadas*. Ed. Mundi-Prensa. Madrid, 821pp
- HANIOTAKIS, G., KOUTROUBAS, A., SACHINOGLU, A., LAHLOU, A. 1999. Studies on the response of the leopard moth, *Zeuzera pyrina* L. (Lepidoptera: Cossidae) to pheromones in apple orchards. *IOBC/WPRS Bull.*, 22 (9): 125-129.
- NETO, C., CLEMENTE, J. 1998. A broca (*Zeuzera pyrina*) em pomares de pomóideas. 4º *Enc. Rocha em Flor. Cadaval*, 57-61.
- PASQUALINI, E., ANTRÓPOLI, A., CIVOLANI, S. 1996. Recenti esperienze nella difesa da zeuzera con pro-

- dotti chimici e microbiologici. *L'Informatore Agrario*, **19**: 67-69.
- PASQUALINI, E., NATALE, D. 1999. *Zeuzera pyrina* and *Cossus cossus* (Lepidoptera, Cossidae) control by pheromones: four years advances in Italy. *IOBC/WPRS Bull.*, **22** (9): 115-124.
- PASQUALINI, E., ANTROPOLI, A., FACCIOLI, G. 1992. Attractant performance of a synthetic sex pheromone for *Zeuzera pyrina* (Lep. Cossidae). *Boll. Ist. Ent. "G. Grandi" Univ. Bologna*, **46**: 101-108.
- SARTO, V. 2001. Control of leopard moth, *Zeuzera pyrina* L., in apple orchards in NE Spain: mating disruption technique. *IOBC/WPRS Bull.*, **24** (5): 173-178.
- (Recepción: 14 noviembre 2005)  
(Aceptación: 10 febrero 2006)



## **Daños, distribución espacial e interacción intra- e inter-específica de los principales carpófagos de encina y alcornoque en Extremadura: *Curculio elephas* Gyllenhal, *Cydia fagiglandana* Zeller y *Cydia triangulella* Goeze**

L. M. TORRES-VILA, E. CRUCES CALDERA, M. C. RODRÍGUEZ-MOLINA, Á. SÁNCHEZ GONZÁLEZ, E. DELGADO VALIENTE, J. J. FERRERO GARCÍA, F. PONCE ESCUDERO, E. PALO NÚÑEZ, F. BARRENA GALÁN, M. C. AZA BARRERO, F. RODRÍGUEZ CORBACHO

Los frutos de quercíneas tienen un elevado valor en las dehesas extremeñas, siendo dañados por varios insectos que ocasionan importantes pérdidas. Para conocer mejor la ecología de estas especies carpófagas en Extremadura y cuantificar sus daños, se desarrolló un estudio durante 5 campañas (2000-2005), recogiendo 55 muestras de frutos (39 de encina y 16 de alcornoque). Cada muestra se formó con un número variable de frutos ( $n = 106-1522$ ) recogidos al azar del suelo y/o vuelo según el mes de recogida (octubre-enero). Las bellotas se dispusieron en laboratorio hasta la total emergencia de los carpófagos, evaluando entonces la frecuencia de cada especie, sus daños y la distribución en los frutos.

Las principales especies encontradas fueron *Curculio elephas* Gyllenhal (Col.: Curculionidae), *Cydia fagiglandana* Zeller y *Cydia triangulella* Goeze (= *splendana* Hübner) (Lep.: Tortricidae). Ocasionalmente, también se observaron *Pammene fasciana* L. (Lep.: Tortricidae) y *Cryptoblabes gnidiella* Millière (Lep.: Pyralidae). Los daños fueron muy variables entre especies, localizaciones y años (0-82% de bellotas dañadas), predominando en general *C. elephas* y *C. fagiglandana* seguidas de *C. triangulella*. En base a las distribuciones teóricas de Poisson y Binomial Negativa y al Coeficiente de Dispersión se verificó que la distribución espacial de las larvas en los frutos difirió según la especie considerada. El coleóptero *C. elephas* mostró en general una distribución agregativa, mientras que en los tortricidos *C. fagiglandana* y *C. triangulella* la distribución fue repulsiva, siendo muy raros los frutos ocupados por más de una oruga ( $\sim 1\%$ ). Un análisis inter-específico de la distribución larvaria mostró además una repulsión significativa entre el coleóptero y los tortricidos a nivel del fruto.

Se discuten para terminar algunos factores biológicos y ecológicos potencialmente implicados en la variabilidad, tanto del daño, como de la distribución espacial a nivel del fruto de las especies carpófagas estudiadas.

L.M. TORRES-VILA, E. CRUCES CALDERA, Á. SÁNCHEZ GONZÁLEZ, E. DELGADO VALIENTE, J.J. FERRERO GARCÍA, F. PONCE ESCUDERO, F. BARRENA GALÁN, M.C. AZA BARRERO y F. RODRÍGUEZ CORBACHO: Servicio de Sanidad Vegetal, Consejería de Agricultura y Medio Ambiente, Avda. de Portugal s/n, 06800 Mérida (Badajoz). E-mail: luis.torres@aym.juntaex.es

M.C. RODRÍGUEZ-MOLINA y E. PALO NÚÑEZ: Centro de Investigación Finca La Orden, Consejería de Infraestructuras y Desarrollo Tecnológico, Finca La Orden, 06187 Guadajira (Badajoz).

**Palabras clave:** *Curculio elephas*, *Cydia fagiglandana*, *Cydia triangulella*, *Pammene fasciana*, *Cryptoblabes gnidiella*, bellota, daños, distribución espacial.

## INTRODUCCIÓN

Los frutos de las quercíneas, fundamentalmente encina y alcornoque, tienen un elevado valor en las dehesas extremeñas por su aprovechamiento en montanera. Contribuyen además de modo importante a la alimentación de las especies cinegéticas y del resto de la fauna, incluyendo a las aves migratorias. Su importancia en la regeneración natural del arbolado, a corto y largo plazo, requiere estudios adicionales. Las bellotas son dañadas por un grupo especializado de especies de insectos, coleópteros curculiónidos y lepidópteros tortricídeos, que muy a menudo producen cuantiosas pérdidas por sus elevados niveles poblacionales.

Sin olvidar los estudios pioneros de RÉAUMUR (1734-1742) y FABRE (1900) entre otros, y en nuestro ámbito el de GARCÍA MACEIRA (1902), ha sido en las últimas décadas cuando más se ha progresado en el conocimiento de la biología, daños y control de estas especies (HOFFMANN, 1954, 1963; RUPÉREZ, 1960; BOVEY, 1966; BOGENSCHÜTZ, 1991). Sin embargo, la información generada está en líneas generales muy sesgada hacia el castaño, fagácea también hospedadora de dicho grupo de insectos carpófagos. En los últimos años, se han llevado a cabo varios estudios en el sur y centro penin-

sular (VÁZQUEZ *et al.*, 1990; SORIA *et al.*, 1995, 1999a,b, 2002; FERNÁNDEZ-CARRILLO *et al.*, 2004). Como continuación, y para conocer mejor la ecología, distribución espacial, relaciones intra- e inter-específicas y daños de las especies carpófagas de quercíneas en Extremadura, se ha llevado a cabo el presente estudio.

## MATERIAL Y MÉTODOS

A lo largo de las 5 campañas comprendidas entre noviembre de 2000 y enero de 2005 se recogieron 55 muestras (poblaciones) de frutos de quercíneas (39 de encina y 16 de alcornoque) (Cuadro 1, Figura 1). Cada muestra se formó con un número variable de bellotas ( $n = 106-1522$ ) recogidas al azar de un sólo árbol, agrupando suelo y vuelo cuando fue necesario, dependiendo del mes de recogida (octubre-enero) y evitando las fincas con presencia de ganado. De esta manera se evitaron sesgos en las distribuciones espaciales derivados de la caída temprana de los frutos dañados, del consumo del ganado y de la reducida tendencia dispersiva de *C. elephas*, incluso entre árboles próximos (DEBOUZIE, 1986). Las bellotas se trasladaron al laboratorio en bolsas cerradas dentro de neveras portátiles. Cada muestra se dispuso en una bandeja de rejilla en el inte-

Cuadro 1.- Lista de las 55 poblaciones de encina y alcornoque estudiadas

Población	Localidad / Paraje (Provincia)	Fecha	Especie hospedadora	n
1	P.N. Cornalvo (BA)	12/11/2000	A	317
2	P.N. Cornalvo (BA)	12/11/2000	E	177
3	Cheles (BA)	14/11/2000	E	320
4	Carmonita (BA)	27/11/2000	A	512
5	Carmonita (BA)	27/11/2000	E	609
6	P.N. Cornalvo (BA)	28/10/2001	E	415
7	P.N. Cornalvo (BA)	28/10/2001	E	479
8	P.N. Cornalvo (BA)	28/10/2001	A	218
9	P.N. Cornalvo (BA)	28/10/2001	A	467
10	Cheles (BA)	07/11/2001	E	444
11	Cheles (BA)	07/11/2001	E	473



12	Cheles (BA)	07/11/2001	E	603
13	Cheles (BA)	16/11/2001	A	471
14	Cheles (BA)	16/11/2001	A	759
15	Jaraicejo-Miravete (CC)	18/11/2001	A	202
16	Jaraicejo-Miravete (CC)	28/10/2002	A	358
17	Táliga (BA)	26/11/2002	E	1522
18	Táliga (BA)	26/11/2002	E	991
19	Higuera de la Serena (BA)	29/11/2002	E	707
20	Mirandilla (BA)	14/11/2003	A	730
21	Azuaga (BA)	19/11/2003	E	520
22	Oliva de Mérida (BA)	20/11/2003	A	390
23	Logrosán (CC)	27/11/2003	E	308
24	Casas de Don Pedro (BA)	01/12/2003	E	310
25	La Parra (BA)	02/12/2003	E	326
26	Salorino (CC)	03/12/2003	E	312
27	Valencia de Alcántara (CC)	11/12/2003	A	343
28	Hornachos (BA)	17/12/2003	E	560
29	Guadalupe (CC)	12/01/2004	E	307
30	Herreruela (CC)	14/01/2004	E	246
31	Baterno (BA)	15/01/2004	E	351
32	Higuera de la Serena (BA)	16/01/2004	E	304
33	Malcocinado (BA)	20/01/2004	E	146
34	San Vicente de Alcántara (BA)	21/01/2004	A	253
35	Herrera del Duque (BA)	22/01/2004	E	292
36	Siruela (BA)	23/01/2004	E	259
37	Mirandilla (BA)	12/11/2004	A	339
38	Logrosán (CC)	18/11/2004	E	106
39	Guadalupe (CC)	18/11/2004	E	201
40	Higuera de la Serena (BA)	19/11/2004	E	461
41	Baterno (BA)	23/11/2004	E	127
42	Siruela (BA)	23/11/2004	E	322
43	Herrera del Duque (BA)	24/11/2004	E	359
44	Casas de Don Pedro (BA)	24/11/2004	E	207
45	Azuaga (BA)	25/11/2004	E	184
46	Malcocinado (BA)	25/11/2004	E	195
47	La Zarza de Alange (BA)	26/11/2004	E	290
48	La Parra (BA)	30/11/2004	E	259
49	Oliva de Mérida (BA)	02/12/2004	A	298
50	Herreruela (CC)	21/12/2004	E	249
51	Salorino (CC)	21/12/2004	E	130
52	Herguijuela (CC)	29/12/2004	E	145
53	Jaraicejo-Miravete (CC)	02/01/2005	A	159
54	San Vicente de Alcántara (BA)	12/01/2005	A	305
55	Valencia de Alcántara (CC)	19/01/2005	E	371

A: Alcornoque, E: Encina; n: número de bellotas en la muestra

rior de una caja de cartón cerrada, añadiendo unas bandas de papel para facilitar la pupación de las orugas. Las cajas se mantuvieron a temperatura ambiente durante 2-4 meses hasta la total emergencia de los carpófagos. Se evaluó entonces en cada muestra la proporción de bellotas sanas y dañadas por cada especie carpófaga (según la tipología de los daños y las características taxonómicas de las larvas) y su distribución en los frutos, abriendo las bellotas y observando su interior en caso necesario.

La distribución espacial de las larvas en los frutos se estudió a nivel intra-específico ajustando las distribuciones de frecuencia obtenidas para cada población a las teóricas de Poisson y Binomial Negativa. También se emplearon el Coeficiente de Dispersión, CD

=  $\sigma^2 / m$  (varianza / media) y el Índice de Morosita ( $I_M$ ) como índices de agregación.

Para el estudio de la distribución espacial de los carpófagos a nivel inter-específico (*C. elephas* vs. *Cydia* spp.) se empleó el Coeficiente de Correlación de Punto ( $\phi$ ), calculado como sigue a partir de los valores de la tabla de contingencia 2 x 2 de la muestra de frutos de cada población (SCHERRER, 1984):

$$\phi = \sqrt{\frac{\chi^2_{pc}}{n}} = \frac{ad - bc}{\sqrt{(a+b)(a+c)(c+d)(b+d)}}$$

siendo, a: número de bellotas con doble presencia, b: presencia sólo de *C. elephas*, c: presencia sólo de *Cydia*, y d: doble ausencia. El coeficiente considera las dobles ausencias y presenta la ventaja de fluctuar en el inter-

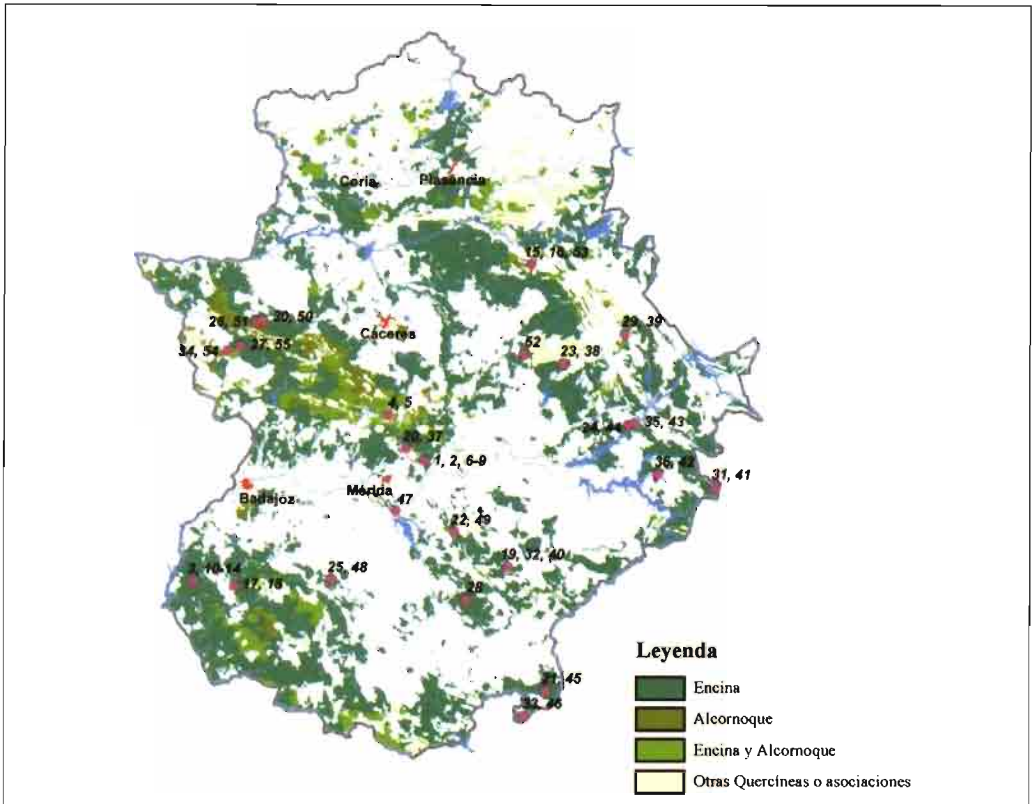


Figura 1. Localización de las poblaciones estudiadas con indicación de la distribución de quercíneas en Extremadura.

valo (-1, 1), indicando  $\phi = -1$  repulsión perfecta,  $\phi = 1$  asociación perfecta y  $\phi = 0$  independencia (SCHERRER, 1984).

La relación entre  $\phi$  y el daño en las bellotas se estudió con el coeficiente de correlación de Spearman ( $r_s$ ). Los efectos de la campaña (5 niveles, 5 campañas entre los años 2000 y 2005) y del hospedador (2 niveles, encina y alcornoque) sobre el porcentaje medio de daño y sobre  $\phi$  se analizaron mediante un Análisis de Varianza Modelo I, al considerar ambos tratamientos (campaña y hospedador) como fijos (SOKAL y ROHLF, 1995). Para conocer si la especie de quercínea afectaba a la frecuencia relativa de ocupación de las bellotas por las dos especies de tortricidos más abundantes (*C. fagiglandana* y *C. triangulella*, ver resultados) se utilizó el Test de Mann-Whitney. La mayor parte de los análisis estadísticos se computaron con los programas informáticos PADIS (1997) y SYSTAT (2000).

## RESULTADOS

### Composición específica y daños

Se encontraron cinco especies carpófagas asociadas a las bellotas, pero las mejor representadas fueron *Curculio elephas* Gyllenhal (Col.: Curculionidae), *Cydia fagiglandana* Zeller y *Cydia triangulella* Goeze (= *splendana* Hübner) (Lep.: Tortricidae). Ocasionalmente se hallaron también *Pammene fasciana* L. (Lep.: Tortricidae) y *Cryptoblabes gni-diella* Millière (Lep.: Pyralidae) (Figura 2).

Los daños ocasionados a las bellotas (Figura 3) fueron muy variables entre especies, localizaciones y años (0-82% de bellotas dañadas). En base a los daños, la predominancia de *C. elephas* y *C. fagiglandana* fue manifiesta, seguidas de *C. triangulella*. Aunque *C. elephas* fue la especie prevalente, en 7 poblaciones predominaron los tortricidos, siendo los únicos carpófagos en las poblaciones 41 y 52. Dentro de esta familia, *C. fagiglandana* fue más frecuente que *C. triangulella*, si bien esta última también predominó en algunas muestras (Figura 3).

Un ANOVA a dos vías (campaña y quercínea hospedadora) mostró que el porcentaje

de daño de *C. elephas* (transformación arco-seno) se mostró significativamente afectado por la campaña ( $F_{4,45} = 10,95$ ;  $P < 0,001$ ) pero no por el hospedador ( $F_{1,45} = 0,10$ ;  $P = 0,76$  ns), existiendo una interacción residual campaña x hospedador ( $F_{4,45} = 2,82$ ;  $P = 0,04$ ), dado que un contraste entre hospedadores dentro de campañas no puso de manifiesto diferencias significativas en ningún caso.

Un ANOVA análogo estudiando los daños de *Cydia* mostró un efecto significativo de la campaña ( $F_{4,45} = 9,05$ ;  $P < 0,001$ ) pero no del hospedador ( $F_{1,45} = 0,70$ ;  $P = 0,41$  ns), existiendo interacción campaña x hospedador ( $F_{4,45} = 3,04$ ;  $P < 0,05$ ). Un contraste entre hospedadores dentro de campañas mostró que la interacción fue debida a que en las tres últimas campañas los daños de *Cydia* spp. fueron significativamente más elevados en alcornoque que en encina, mientras que en las dos primeras campañas no se detectaron diferencias entre ambas quercíneas. Similares resultados a los de este ANOVA se obtuvieron al estudiar el porcentaje de bellotas con daños mixtos de *C. elephas* y *Cydia* spp., constatándose una mayor frecuencia de daños mixtos en alcornoque que en encina, pero sólo en las dos últimas campañas.

Adicionalmente, se puso de manifiesto un efecto significativo de la especie hospedadora en la composición específica de ambos tortricidos, ya que *C. triangulella* (aún en minoría respecto a *C. fagiglandana*) se mostró significativamente más abundante sobre alcornoque (37,3%) que sobre encina (10%), (Test de Mann-Whitney,  $n_1 = 21$  (encina),  $n_2 = 13$  (alcornoque), g.l. = 1,  $U = 189,5$ ;  $P < 0,05$ ). Señalar que en determinadas poblaciones en las que se constataron daños de tortricidos no pudo determinarse a qué especie correspondían por no recuperarse ninguna larva, y no ser factible determinar la especie de tortricido implicada sólo observando sus daños.

### Distribución espacial larvaria intra-específica

El coleóptero *C. elephas* mostró generalmente una distribución agregativa o conta-

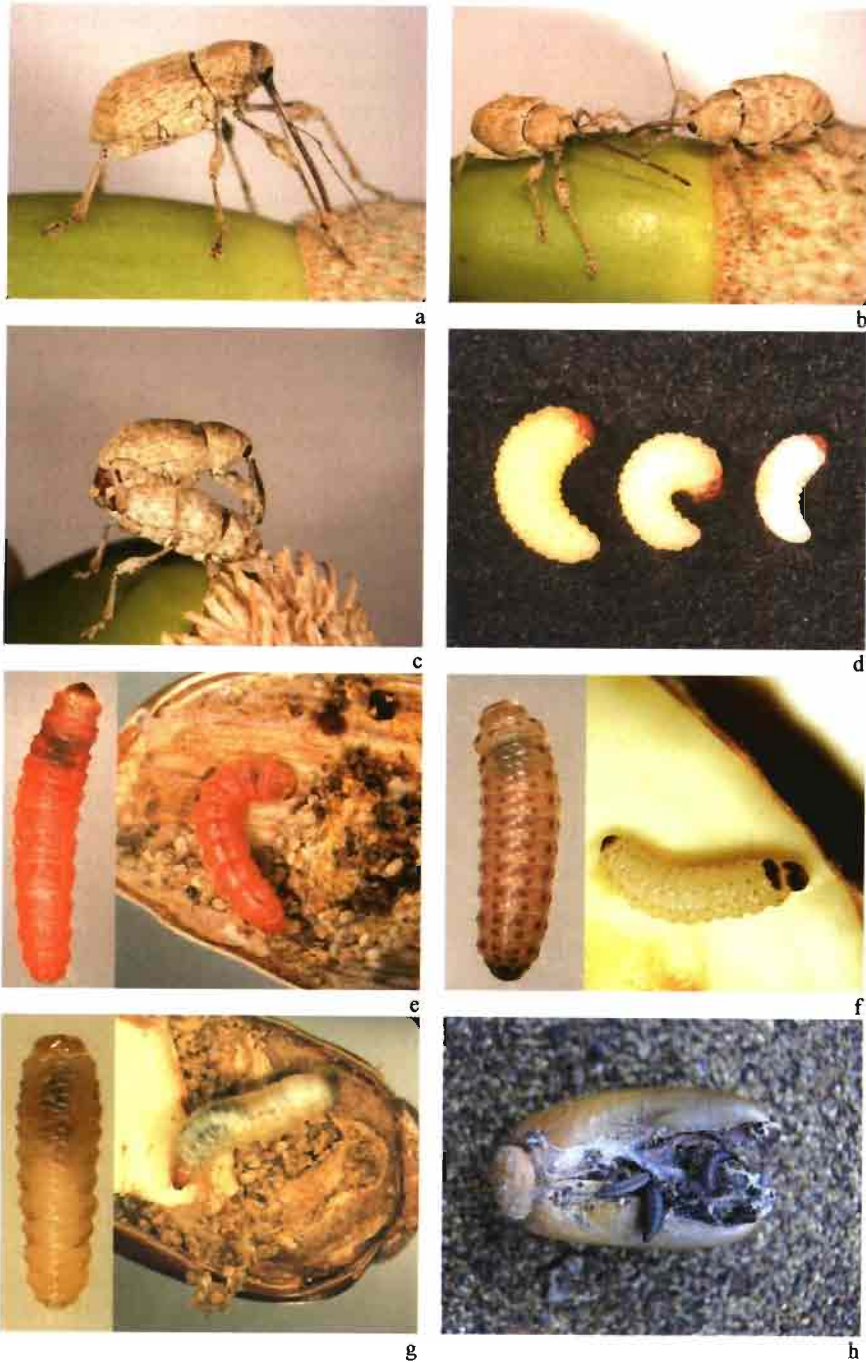


Figura 2. Especies carpófagas encontradas. a: hembra de *C. elephas* perforando una bellota. b: hembra (izquierda) y macho de *C. elephas*, c: acoplamiento de *C. elephas*, d: larvas de *C. elephas*, e: orugas de *C. fagiglandana*, f: orugas de *P. fasciana*, g: orugas de *C. triangulella*, h: bellota apollillada con orugas de *C. gnidiella* (Fotografías, L.M. Torres-Vila y Á. Sánchez González).

giosa. En base a los ajustes de las distribuciones teóricas de Poisson y Binomial Negativa así como a la significación del CD, para cada una de las 50 poblaciones en las que *C. elephas* se encontró presente (excluyendo las poblaciones 38, 41, 45, 52 y 55), el 84% y el 16% de las poblaciones mostraron distribución agregativa y al azar, respectivamente. Los resultados fueron similares cuando los análisis se repitieron excluyendo la fracción de frutos dañados por tortricidos. El análisis conjunto de las 50 poblaciones arrojó una media del número de larvas por bellota ( $\pm$  error estándar) de  $m = 0,2870 \pm 0,0093$ , inferior a la varianza  $\sigma^2 = 0,4956$ . La distribución conjunta no se ajustó a la Binomial Negativa ( $\chi^2 = 209,08$ ; g.l. = 4;  $P < 0,001$ ), pero la clara falta de ajuste a la distribución de Poisson ( $\chi^2 = 5562,79$ ; g.l. = 3;  $P < 0,001$ ) y los valores de  $CD = 1,73$  ( $P < 0,001$ ) e  $I_M = 4,24$ , indicaron una pauta agregativa de *C. elephas* a nivel del fruto.

Al contrario, la distribución de *Cydia* spp. (*C. fagiglandana* y *C. triangulella*) fue

repulsiva. Considerando las 46 poblaciones en las que se detectó *Cydia* (excluyendo las poblaciones 21, 24, 28, 31, 38, 45, 48, 51 y 55), se obtuvo una media de orugas por bellota ( $\pm$  error estándar) de  $m = 0,1001 \pm 0,0072$ , superior a la varianza  $\sigma^2 = 0,0924$  por lo que la distribución Binomial Negativa no pudo ser probada. La falta de ajuste a la distribución de Poisson ( $\chi^2 = 61,22$ ; g.l. = 1;  $P < 0,001$ ) y los valores inferiores a la unidad de los índices de agregación,  $CD = 0,92$  (aunque no significativamente distinto de 1,  $P \sim 1,0$ ) e  $I_M = 0,23$  indicaron una distribución repulsiva de las orugas de *Cydia* spp. en los frutos. En las 19.775 bellotas de las 46 poblaciones analizadas sólo se encontraron  $n = 19$  bellotas con más de una larva de tortricido ( $\sim 1 \%$ ), una frecuencia mucho menor de lo esperado según una distribución al azar ( $n = 84$ ). Las 19 bellotas presentaron una tipología de ocupación muy variada: 14 bellotas con 2 orugas de *C. fagiglandana*, 1 bellota con dos orugas de *C. triangulella*, 1 bellota con 3 orugas de *C. triangulella* e

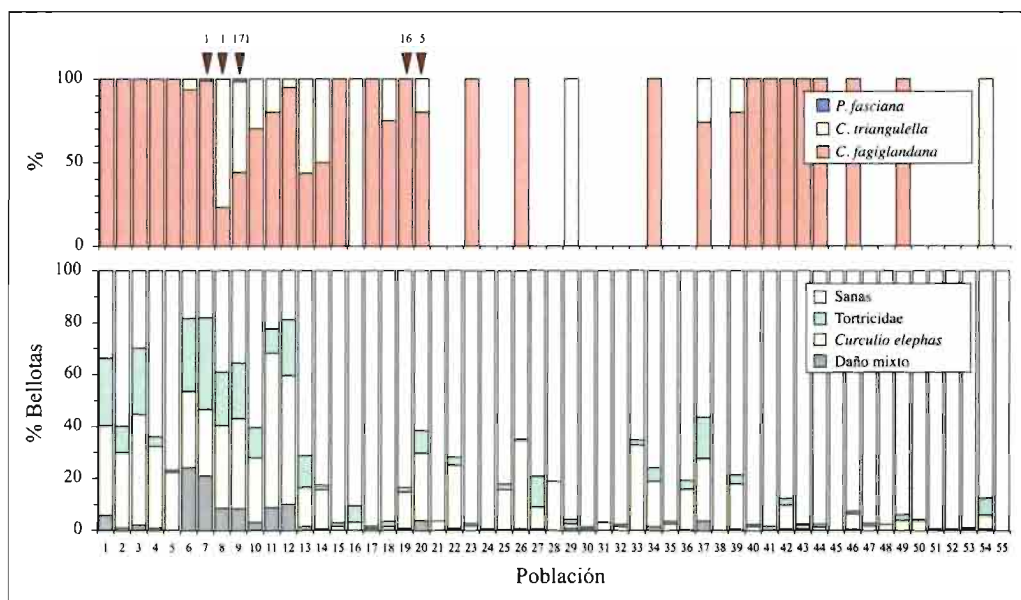


Figura 3. Porcentajes de bellotas sanas o dañadas (por Tortricidos, *C. elephas* o con daño mixto) en cada una de las 55 poblaciones estudiadas. En el histograma superior se muestra la composición específica (%) de los tortricidos en cada población. Las flechas señalan las poblaciones en que se detectó la presencia de orugas de *C. gnidiella* y su número.

incluso 3 bellotas con una oruga de *C. fagiglandana* y otra de *C. triangulella*. Además, 7 de las 19 bellotas presentaron daños simultáneos de *C. elephas*.

### Distribución espacial larvaria inter-específica

Un análisis de la distribución larvaria puso de manifiesto la repulsión entre el coleóptero y los tortricidos a nivel del fruto. Este análisis se efectuó considerando sólo las 44 poblaciones en las que *C. elephas* y *Cydia* spp. coexistieron. En los casos en los que el valor de  $\phi$  fue significativamente distinto de cero, prevalecieron los valores negativos que indicaron repulsión (9 poblaciones), frente a los positivos que indicaron asociación (2 poblaciones). Se documentó además una correlación significativa entre  $\phi$  y los daños en los frutos ( $r_s = -0,69$ ;  $P < 0,001$ ), de manera que a mayor porcentaje total de bellotas dañadas se obtuvieron mayores valores absolutos de  $\phi < 0$ , es decir, mayor repulsión entre *C. elephas* y *Cydia* spp. (Figura 4).

Un ANOVA a dos vías (campaña y quercínea hospedadora) mostró que el valor de  $\phi$ , como estimador de la asociación inter-específica entre *C. elephas* y *Cydia* spp. ( $n = 44$ ) se vio afectado significativamente por la campaña ( $F_{4,34} = 4,79$ ;  $P < 0,01$ ), pero no por el hospedador ( $F_{1,34} = 0,01$ ;  $P = 0,91$  ns), no existiendo interacción campaña x hospedador ( $F_{4,34} = 1,23$ ;  $P = 0,32$  ns).

## DISCUSIÓN

### Composición específica y daños

Aunque existió gran variación entre poblaciones y años, son tres las especies de insectos por este orden, un coleóptero (*C. elephas*) y dos lepidópteros tortricidos (*C. fagiglandana* y *C. triangulella*), los principales responsables de los daños producidos a los frutos de quercíneas en Extremadura. La presencia de *P. fasciana* sobre frutos maduros fue anecdótica, pero sus daños no son despreciables en frutos más jóvenes (junio-julio), que a menudo caen del árbol y no se

contabilizan en otoño (L.M. TORRES-VILA *et al.*, no pub.). La particular asociación con las bellotas de *C. gnidiella* ha sido reseñada y discutida con anterioridad (TORRES-VILA *et al.*, 2002).

Los daños de los carpófagos provocan pérdidas a varios niveles en las bellotas: caída prematura y pérdida de peso, tamaño y/o calidad, así como peor germinación, desarrollo reducido de las plántulas y merma en la biomasa producida (VÁZQUEZ *et al.*, 1990; SORIA *et al.*, 1995, 1999a, 2002; BRANCO *et al.*, 2002), que repercuten negativamente en la montanera y en la regeneración natural del arbolado. El mayor efecto, con diferencia, sobre los daños ocasionados a los frutos lo tuvo la campaña y su meteorología particular. Los resultados indicaron una marcada indiferencia de *C. elephas* por la quercínea hospedadora (pero ver SORIA *et al.*, 1995), y sugirieron una cierta preferencia de los tortricidos por el alcornoque, especialmente en el caso de *C. triangulella*, al menos en determinadas campañas. Estas diferencias merecen estudios adicionales, pudiendo estar implicada la distinta fenología de ambos *Quercus*.

### Distribución espacial larvaria intra-específica

La distribución espacial intra-específica de las larvas en los frutos fue distinta en *C. elephas* y en *Cydia* spp., agregativa y repulsiva, respectivamente. La distribución agregativa de *C. elephas* refleja el elevado número de bellotas ocupadas por dos o más larvas, incluso hasta 6 en casos excepcionales. El modelo de distribución agregativo o contagioso es asimismo prevalente cuando *C. elephas* se desarrolla sobre castañas (DESOUHANT *et al.*, 1998). Estos mismos autores han cuestionado la idoneidad de la distribución Binomial Negativa e incluso del CD como indicadores de contagio en poblaciones de *C. elephas*. El motivo estriba en que la distribución del número de larvas de *C. elephas* por fruto presenta reiteradamente una frecuencia de ceros en exceso, típica de la sobre-dispersión de los datos (cf. RIDOUT *et al.*, 1998).

DESOUHANT *et al.* (1998), utilizando modelos de distribución mixtos tipo ZIP (*Zero-inflated Poisson*) han postulado que considerando sólo la fracción de frutos infestados por *C. elephas* (excluyendo los frutos inapropiados o en exceso para las hembras presentes) la distribución es al azar. En cualquier caso, nuestros datos no pusieron de manifiesto este hecho en base al ajuste a las distribuciones teóricas excluyendo o no los frutos atacados por *Cydia* spp.

Entre los factores implicados en la agregación larvaria de *C. elephas* se encuentran la pauta de oviposición y la incapacidad de las larvas de cambiar de fruto, lo que podría haber seleccionado la elevada tolerancia que muestran entre ellas. La hembra usualmente sólo pone un huevo por fruto, pero a veces deposita dos o más, habiéndose verificado en laboratorio que un 10% de las perforaciones con puesta tienen 2 huevos (DESOUHANT, 1996). No existe correlación entre el número de huevos y el tamaño del fruto, y las hembras no discriminan los frutos ya ocupados

por individuos conespecíficos, mediante semioquímicos o el ruido de las larvas (DESOUHANT, 1998).

Otro factor importante es el número de frutos disponibles, ya que las puestas múltiples pueden exacerbarse cuando las bellotas pueden ser un recurso escaso. El número de frutos disponibles para las hembras es función de la producción anual de bellota, de la concordancia fenológica entre curculiónido y hospedador, de la baja movilidad de los adultos que limita su capacidad de búsqueda (DEBOUZIE, 1986) y de la ocupación de las bellotas por tortrícidos, ya que la presencia de una oruga de *Cydia* en un fruto inhibe la puesta de *C. elephas*, presumiblemente mediante señales químicas o sonoras (DEBOUZIE *et al.*, 1996). Así, si existen muchos frutos infestados por tortrícidos y las hembras de *C. elephas* tienden a evitarlos, el número de frutos receptivos disminuye y la posibilidad de puestas múltiples se acrecienta. En resumen, los factores discutidos tienden a incrementar el número de bellotas con

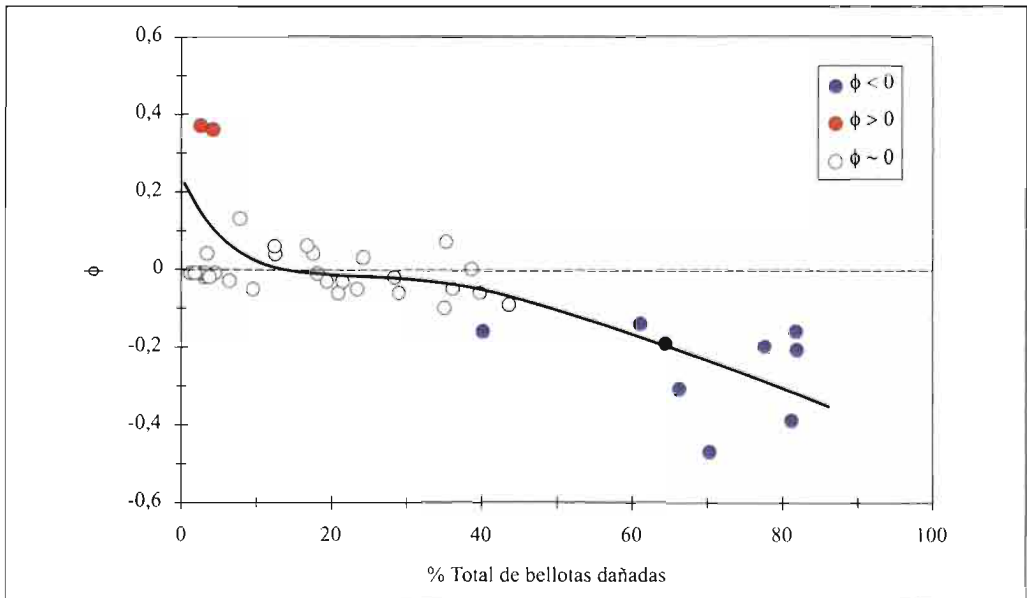


Figura 4. Efecto del porcentaje total de bellotas dañadas sobre el valor y la significación ( $P < 0.05$ ) del Coeficiente de Correlación de Punto ( $\phi$ ) en las 44 poblaciones en que coexistieron *C. elephas* y *Cydia* spp. ( $r_s = -0.69$ ;  $P < 0.001$ ).

ocupación múltiple por *C. elephas*, de manera que la distribución espacial pase de ser al azar a ser agregativa. La ocupación múltiple de las bellotas por *C. elephas* y su trasfondo adaptativo requiere estudios adicionales, ya que los individuos que se desarrollan colectivamente pueden reducir su *fitness* en comparación con los que lo hacen en solitario (DESOUHANT *et al.*, 2000).

Al contrario, la distribución espacial de *Cydia* spp. en los frutos se mostró repulsiva. El porcentaje de bellotas ocupadas por más de una oruga fue extremadamente bajo (~ 1 ‰), un valor muy similar a lo observado en Andalucía (SORIA *et al.*, 1999b). La distribución repulsiva es acorde con varios aspectos bio-ecológicos de las especies de *Cydia* consideradas, incluyendo: 1) la puesta aislada de huevos en el exterior e inmediaciones de las bellotas, 2) la extrema competencia larvaria en el interior del fruto, no sólo por los recursos (que serían suficientes en la mayor parte de los casos para dos o más individuos) sino por el agresivo comportamiento territorial de las orugas, que en ocasiones pueden redistribuirse al cambiar de fruto (SORIA *et al.*, 1999b), y 3) se ha demostrado que la presencia de larvas de *C. elephas* en los frutos no modifica el comportamiento de las orugas de *Cydia* (DEBOUZIE *et al.*, 1996) como especulan SORIA *et al.* (1999b). Los factores reseñados reducen considerablemente la ocupa-

ción múltiple de los frutos por *Cydia* spp., de manera que la distribución espacial pase de ser al azar a ser repulsiva.

### Distribución espacial larvaria inter-específica

La distribución espacial inter-específica evidenció una interacción repulsiva a nivel del fruto entre *C. elephas* y *Cydia* spp. La repulsión se puso en especial de manifiesto con altos niveles de daño. La pauta de distribución de los valores de  $\phi$  en función de los daños es explicable porque la interacción negativa entre los individuos de *C. elephas* y *Cydia* spp. es potencialmente mayor con niveles poblacionales elevados. La asociación negativa se origina porque la competencia inter-específica por los frutos es intensa, pero es importante señalar que además es asimétrica. Mientras que las hembras de *C. elephas* son capaces de detectar y evitar los frutos ya ocupados por tortricidos, la ocupación por *C. elephas* no interfiere el comportamiento de las orugas de *Cydia* (DEBOUZIE, 1986, DEBOUZIE *et al.*, 1996).

### AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a R. Trenado, F. J. Rodríguez y L.M. Sánchez la elaboración *ad hoc* del mapa de distribución de quercíneas en Extremadura.

### ABSTRACT

TORRES-VILA L. M., E. CRUCES CALDERA, M. C. RODRÍGUEZ-MOLINA, Á SÁNCHEZ GONZÁLEZ, E. DELGADO VALIENTE, J. J. FERRERO GARCÍA, F. PONCE ESCUDERO, E. PALO NÚÑEZ, F. BARRERA GALÁN, M. C. AZA BARRERO, F. RODRÍGUEZ CORBACHO. 2006. Damage, spatial distribution and intra- and inter-specific interaction of the main carpophagous of holm and cork oak in Extremadura (Spain): *Curculio elephas* Gyllenhal, *Cydia fagiglandana* Zeller and *Cydia triangulella* Goeze. *Bol. San. Veg. Plagas*, **32**: 45-56.

Holm and cork oak fruits have a high value in mediterranean open woodlands (*dehesas*), being damaged by a number of insects promoting important losses. In order to better understand the ecology of these carpophagous species and to quantify their damage in Extremadura (southwestern Spain) a six-year study (2000-2005) was carried out collecting 55 acorn samples (39 and 16 from holm and cork oak, respectively). Each sample was formed with a variable number of fruits ( $n = 106-1522$ ) picked at random from the soil and/or tree canopy depending on the month of collection (October-January). Acorns were kept in the laboratory until the complete emergence of insects, and then the frequency, damage and distribution in fruits were evaluated for each carpophagous.



The main species found were *Curculio elephas* Gyllenhal (Col.: Curculionidae), *Cydia fagiglandana* Zeller and *Cydia triangulella* Goeze (= *splendana* Hübner) (Lep.: Tortricidae). Occasionally, *Pammene fasciana* L. (Lep.: Tortricidae) and *Cryptoblabes gnidiella* Millière (Lep.: Pyralidae) were also observed. Damage was quite variable among species, locations and years (0-82% damaged acorns), being generally prevalent *C. elephas* and *C. fagiglandana* followed by *C. triangulella*. According to theoretical Poisson and Binomial Negative distributions and to Dispersion Coefficient, it was verified that spatial distribution of larvae in the fruits was species-specific. The beetle *C. elephas*, showed a clumped or contagious distribution, while in the tortricids, *C. fagiglandana* and *C. triangulella*, distribution was repulsive, with acorns occupied by more than one larvae being very scarce (~ 1‰). An inter-specific analysis of larval distribution also showed a significant repulsion between beetle and tortricids at the fruit level.

Finally, we discuss some biological and ecological factors potentially involved in the variation of both damage and spatial distribution of the studied carpophagous species.

**Key Words:** *Curculio elephas*, *Cydia fagiglandana*, *Cydia triangulella*, *Pammene fasciana*, *Cryptoblabes gnidiella*, acorn damage, spatial distribution.

#### REFERENCIAS

- BOGENSCHÜTZ H., 1991. Eurasian species in forestry. En: *Tortricids Pests their biology, natural enemies and control*, pp. 673-709 (Geest van der L.P.S., Evenhuis H.H. Eds.). Elsevier, Amsterdam.
- BOVEY P., 1966. Super-famille des Tortricidae. En: *Entomologie Appliquée à l'Agriculture*, 2 (1), pp. 456-893 (Balachowsky A.S., Ed.). Masson et Cie, Paris.
- BRANCO M., BRANCO C., MEROUANI H., ALMEIDA M.H., 2002. Germination success, survival and seedling vigour of *Quercus suber* acorns in relation to insect damage. *Forest Ecology and Management*, **166**: 159-164.
- DEBOUZIE D., 1986. Spatial distribution of chestnut weevil *Balaninus* (= *Curculio*) *elephas* populations. En: *Insect-Plant relationships*, p. 7. 6th International Symposium, Pau, France.
- DEBOUZIE D., HEIZMANN A., DESOUHANT E., MENU F., 1996. Interference at several temporal and spatial scales between two chestnut insects. *Oecologia*, **108**: 151-158.
- DESOUHANT E., 1996. La ponte chez le balanin de la châtaigne, *Curculio elephas* Gyll. (Coleoptera: Curculionidae). *Annales de la Société Entomologique de France*, **32**: 445-450.
- DESOUHANT E., 1998. Selection of fruits for oviposition by the chestnut weevil, *Curculio elephas*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, **86**: 71-78.
- DESOUHANT E., DEBOUZIE D., MENU F., 1998. Oviposition pattern of phytophagous insects: on the importance of host population heterogeneity. *Oecologia*, **114**: 382-388.
- DESOUHANT E., DEBOUZIE D., PLOYE H., MENU F., 2000. Clutch size manipulations in the chestnut weevil, *Curculio elephas*: fitness of oviposition strategies. *Oecologia*, **122**: 493-499.
- FABRE J.-H., 1900. *Souvenirs entomologiques*, Vol. 7 [Le Balanin éléphant, pp. 99-117]. Lib. Ch. Delagrave, Paris.
- FERNÁNDEZ-CARRILLO J.L., FERNÁNDEZ-CARRILLO E., MORENO MARI J., 2004. Parasitismo de *Schizoprymus longiseta* (Hymenoptera, Braconidae) sobre *Curculio elephas* (Coleoptera, Curculionidae) en encinares de los Montes de Toledo, Ciudad Real (España). *Boletín SEA*, **35**: 257-260.
- GARCÍA MACEIRA A., 1902. *Los insectos dañosos al alcornoque en Extremadura y Castilla la Vieja*. Imp. Alemana, Madrid.
- HOFFMANN A., 1954. *Coléoptères Curculionidae*, Vol. 2 [Faune de France, 59]. P. Le Chevalier, Paris.
- HOFFMANN A., 1963. Tribu des Balanini. En: *Entomologie Appliquée à l'Agriculture*, 1 (2), pp. 1125-1135 (Balachowsky A.S., Ed.). Masson et Cie, Paris.
- PADIS, 1997. *PADIS v. 1.01. (Programa de Ajuste a Distribuciones d'Scretas)*. J. López-Collado y H. K. Osada-Velázquez. URL: <http://autum.isis.vt.edu/~jlopezco/research/padis.htm>.
- RÉAUMUR R.A. FERCHAULT DE, 1734-1742. *Mémoires pour servir à l'histoire des insectes*, 6 vols. Imp. Royale, Paris.
- RIDOUT M., DEMÉTRIO C.G.B., HINDE J., 1998. *Models for count data with many zeros*. International Biometric Conference (IBC), Cape Town.
- RUPÉREZ A., 1960. Localización del huevo del *Balaninus elephas* Gyll. con relación al daño denominado «melazo» de la bellota de la encina (*Q. ilex* Oerst.). *Boletín del Servicio de Plagas Forestales*, **6**: 133-145.
- SCHERRER B., 1984. *Biostatistique*. Gaëtan Morin, Québec.
- SOKAL R.R., ROHLF F.J., 1995. *Biometry*. Freeman, New York.
- SORIA F.J., VILLAGRÁN M., DEL TIÓ R., OCETE M.E., 1995. Incidencia de *Curculio elephas* Gyll. (Col. Curculionidae) en alcornoques y encinares del parque natural Sierra Norte de Sevilla. *Bol. San. Veg. Plagas*, **21**: 195-201.
- SORIA F.J., CANO E., OCETE M.E., 1999a. Variación del ataque de *Curculio elephas* (Gyllenhal) (Coleoptera, Curculionidae) y *Cydia* spp. (Lepidoptera, Tortricidae) en el fruto del alcornoque (*Quercus suber* Linné). *Bol. San. Veg. Plagas*, **25**: 69-74.
- SORIA F.J., VILLAGRÁN M., MARTÍN P., OCETE M.E., 1999b. *Curculio elephas* (Gyllenhal) (Col., Curcu-

- lionidae) y *Cydia fagiglandana* (Zeller) (Lep.: Tortricidae) en encina (*Quercus rotundifolia* Lam.): infestación y relaciones interespecíficas. *Bol. San. Veg. Plagas*, **25**: 125-130.
- SORIA F.J., JIMENEZ A., VILLAGRÁN M., OCEJE M.E., 2002. Influencia de la infestación de *Cydia fagiglandana* (Zeller) (Lepidoptera: Tortricidae) en la caída del fruto de la encina. *Bol. San. Veg. Plagas*, **28**: 213-216.
- SYSTAT, 2000. *SYSTAT v. 10.0. The System for Statistics*. Systat Software Inc., Richmond, California.
- TORRES-VILA L.M., RODRÍGUEZ-MOLINA M.C., BAIXERAS ALMELA J., 2002. *Cryptoblabes gnidiella* una polilla polífaga y oportunista: primeras observaciones como carpófaga secundaria sobre *Quercus* en Extremadura. *Phytoma* (España), **138**: 37-39.
- VÁZQUEZ F.M., ESPÁRRAGO F., LÓPEZ MÁRQUEZ J.A., JARAQUEMADA F., 1990. Los ataques de *Curculio elephas* Gyll. (*Balaninus elephas*) y *Carpocapsa* sp. L. sobre *Quercus rotundifolia* Lam. en Extremadura. *Bol. San. Veg. Plagas*, **16**: 755-759.

(Recepción: 14 noviembre 2005)

(Aceptación: 10 febrero 2006)

## Dinámica poblacional de *Bactrocera oleae* Gmelin en Extremadura: fluctuación estacional en el estado reproductivo y en el tamaño imaginal

L. M. TORRES-VILA, Á. SÁNCHEZ GONZÁLEZ, F. PONCE ESCUDERO, E. DELGADO VALIENTE, M. C. AZA BARRERO, F. BARRENA GALÁN, J. J. FERRERO GARCÍA, E. CRUCES CALDERA, F. RODRÍGUEZ CORBACHO

La mosca del olivo, *Bactrocera oleae* Gmelin (Diptera: Tephritidae), es sin duda la plaga más pernicioso para el cultivo del olivo, ya que los daños larvarios disminuyen considerablemente el valor de la producción en cantidad y calidad. Su ciclo biológico es bien conocido, pero la presencia de adultos en invierno-primavera, cuando el olivo no tiene fruto (*periodo blanco*), plantea un *puzzle darwiniano*. La estrategia adaptativa de los adultos invernales es de compleja interpretación, incluso aunque tenga lugar diapausa reproductiva facultativa en dicho periodo, mecanismo fisiológico que, incrementando la longevidad imaginal, daría tiempo a que el olivo produzca frutos receptivos para la oviposición.

Durante el periodo de abril-2003 a mayo-2005 se siguió ininterrumpidamente la dinámica poblacional de los adultos de *B. oleae* en dos emplazamientos en la provincia de Badajoz. Se emplearon trampas McPhail (cebas con fosfato diamónico) y cromotrópicas amarillas (cebas con feromona sexual), con tres repeticiones por tipo de trampa y emplazamiento. El recuento de las capturas fue semanal, examinándose en laboratorio bajo lupa binocular una muestra de 20-25 hembras por semana para estimar el estado reproductivo (presencia y número de huevos maduros) y el tamaño corporal (anchura cefálica) a lo largo del año.

Los resultados evidenciaron la presencia de adultos durante todo el año, con un patrón cíclico de variación estacional en la frecuencia de hembras pre-reproductivas (sin huevos maduros) y en el tamaño del adulto, que fue consistente entre años y emplazamientos. La frecuencia de hembras pre-reproductivas fue significativamente mayor en invierno y primavera que en verano, con valores intermedios en otoño, siendo consistente la pauta seguida con el número medio de huevos maduros por hembra. Los adultos (hembras) fueron significativamente más grandes en invierno que en primavera y verano, presentando tamaños intermedios en otoño.

La variación estacional en el estado reproductivo y en el tamaño de los adultos de *B. oleae* se discuten finalmente desde un punto de vista tanto adaptativo como aplicado al control de la plaga.

L. M. TORRES-VILA, Á. SÁNCHEZ GONZÁLEZ, F. PONCE ESCUDERO, E. DELGADO VALIENTE, M. C. AZA BARRERO, F. BARRENA GALÁN, J. J. FERRERO GARCÍA, E. CRUCES CALDERA, F. RODRÍGUEZ CORBACHO. Servicio de Sanidad Vegetal, Consejería de Agricultura y Medio Ambiente, Avda. de Portugal s/n, 06800 Mérida (Badajoz), España. E-mail: luis.torres@aym.juntaex.es

**Palabras clave:** *Bactrocera oleae*, mosca del olivo, estado pre-reproductivo, hibernación, diapausa reproductiva, tamaño corporal.

### INTRODUCCIÓN

La mosca del olivo, *Bactrocera oleae* Gmelin (Diptera: Tephritidae), ocasiona

importantes pérdidas en el cultivo del olivo, tanto en aceituna de mesa como de almazara. Las larvas se desarrollan exclusivamente sobre la pulpa del fruto y sus daños disminu-

yen considerablemente el valor de la producción, tanto en cantidad como en calidad (BALACHOWSKY y MESNIL, 1935-1936; RUIZ CASTRO, 1948; NEUENSCHWANDER *et al.*, 1986; ANDRÉS CANTERO, 1997; TORRES-VILA *et al.*, 2003). En los últimos años se vienen desarrollando materias activas más respetuosas con el medio ambiente para el control de *B. oleae*, pero el tratamiento químico con insecticidas de síntesis, y especialmente con dimetoato, tanto en aplicaciones terrestres como aéreas, sigue siendo imprescindible (CABI, 2000, TORRES-VILA y PÉREZ DE SANDE, 2002).

El ciclo biológico de *B. oleae* es bien conocido en líneas generales, si bien determinados aspectos ecológicos y reproductivos requieren todavía un esfuerzo adicional, especialmente para optimizar las fechas de intervención insecticida. La hibernación tiene lugar en estado de pupa en el suelo, cavidades del árbol o en las trojes de las almazaras, pero también en estado adulto e incluso en estado larvario en aceitunas no recolectadas (DELRIO y PROTA, 1975). Las trampas alimenticias y cromotrópico-sexuales indican que una fracción de la población, a veces importante, pulula en estado adulto

en invierno-primavera cuando el olivo no tiene fruto, y por ello las hembras no pueden ovipositar (DOMÍNGUEZ GARCÍA-TEJERO, 1961; ANDRÉS CANTERO, 1997). Esta circunstancia plantea un *puzzle darwiniano* porque la estrategia adaptativa de los adultos invernales es de compleja interpretación; si el olivo no tiene fruto, dichos adultos no podrían perpetuarse. Los datos disponibles de la red DACUS y de ATRIAS en Extremadura sobre la disección de hembras capturadas en trampas (junio-noviembre), sugieren la existencia de diapausa reproductiva facultativa en dicho periodo desfavorable, un mecanismo fisiológico ya descrito en otros países mediterráneos (STAVRAKIS y FYTIZAS, 1980; TZANAKAKIS y KOVEOS, 1986; KOVEOS y TZANAKAKIS, 1990).

En este trabajo se incide sobre este importante aspecto de la biología de *B. oleae*, estudiando la dinámica poblacional y el estado reproductivo de los adultos a lo largo del año en Extremadura, intentando contribuir a elucidar la estrategia adaptativa de los individuos que se presentan en estado adulto en el *periodo blanco* (*sensu* NEUENSCHWANDER *et al.*, 1986) en el que el olivo no tiene fruto. Como ya señalaba RUIZ CASTRO (1948) "El ciclo biológico del *Dacus* [*Bactrocera*] *oleae* y las posibilidades de hibernación deben ser examinadas en cada lugar según sus características ecológicas".

## MATERIAL Y MÉTODOS

Durante las dos campañas comprendidas entre abril de 2003 y mayo de 2005 se estudió ininterrumpidamente la dinámica poblacional de los adultos de *B. oleae* en dos emplazamientos cercanos a Mérida (Badajoz), colindantes con el Parque Natural de Cornalvo: El Moro y El Remacho. Ambos emplazamientos se encuentran dentro de la zona de olivar tradicional de Mirandilla y difieren en la termicidad (mayor en El Remacho) por su diferente altura y exposición. La edad de los olivos en El Remacho es de unos 60-80 años mientras que en El Moro son centenarios, injertados sobre acebuche, y



Figura 1: Vista frontal de la cabeza de *B. oleae* Gmelin (Fotografía, Á. Sánchez González).

ya siendo mencionados en el siglo XVIII por el abate PONZ (1784).

Para el seguimiento de las poblaciones de mosca se emplearon trampas McPhail (cebadas con fosfato diamónico) y cromotrópicas amarillas (dotadas de un difusor de feromona sexual). Aunque el empleo de las trampas cromotrópico-sexuales (especialmente si se usan difusores de larga duración) es más cómodo por su mantenimiento que el de los mosqueros (que requieren rellenados periódicos), ambos tipos de trampas constituyen en la actualidad herramientas básicas del control integrado para el seguimiento de las poblaciones de *B. oleae*. Se emplearon tres repeticiones por tipo de trampa y emplazamiento. El recuento de las capturas (por sexos) fue semanal, examinándose además en laboratorio bajo lupa binocular una muestra de 20-25 hembras (o en su defecto todas las disponibles) por semana procedentes de trampas McPhail, para estimar el estado reproductivo (presencia y número de huevos maduros) y el tamaño corporal (anchura cefálica, Figura 1) a lo largo del tiempo.

Los datos se analizaron mediante Análisis de Varianza (ANOVA) según un Modelo I (SOKAL y ROHLF, 1995) a tres vías, considerando los tres factores estudiados como fijos: 1) la campaña con 2 niveles (campañas 2003-2004 y 2004-2005), 2) la estación con 4 niveles (primavera, verano, otoño e invierno, agrupando los datos según las fechas de los equinoccios y solsticios), y 3) el emplazamiento con 2 niveles (El Moro y El Remacho). Las variables estudiadas fueron el porcentaje medio de hembras pre-reproductivas (transformación arco seno) y el tamaño de las hembras (anchura cefálica en mm). En el cálculo de los ANOVAs, para ajustar las 4 estaciones a las dos campañas estudiadas (2003-2004 y 2004-2005), no se consideraron las capturas posteriores al 21 de marzo de 2005, fecha de inicio de la primavera de la siguiente campaña (2005-2006). Todos los análisis estadísticos se computaron con el programa informático SYSTAT (2000).

## RESULTADOS

### Dinámica poblacional

Los resultados mostraron la presencia de adultos durante todo el año, si bien este hecho se detectó mejor con las trampas cromotrópico-sexuales, en las que las capturas fueron mucho más numerosas que en las trampas McPhail (Figura 2). Las capturas en El Moro fueron, en general, menores que en El Remacho. La razón sexual (proporción de hembras) calculada semanalmente fue muy variable en ambas campañas y emplazamientos (0-100%). Como era de esperar, las trampas cromotrópico-sexuales capturaron una menor proporción de hembras que las McPhail (11% y 43% respectivamente) sin diferencias aparentes entre campañas o emplazamientos. La correlación entre el número de capturas en trampas McPhail y en cromotrópico-sexuales fue altamente significativa en el Remacho, independientemente de la campaña o sexo (machos 2003-2004:  $r^2=0,52$ ,  $P<0,001$ ; hembras 2003-2004:  $r^2=0,33$ ,  $P<0,001$ ; machos 2004-2005:  $r^2=0,35$ ,  $P<0,001$ ; hembras 2004-2005:  $r^2=0,66$ ,  $P<0,001$ ), pero en El Moro la correlación sólo fue significativa en un caso (machos 2003-2004:  $r^2=0,01$ ,  $P=0,55$  ns; hembras 2003-2004:  $r^2=0,02$ ,  $P=0,29$  ns; machos 2004-2005:  $r^2=0,01$ ,  $P=0,63$  ns; hembras 2004-2005:  $r^2=0,18$ ,  $P<0,001$ ). Aún así, incluso en El Remacho, las curvas de vuelo difirieron ostensiblemente según el tipo de trampa. En determinados muestreos, mientras que con las trampas cromotrópico-sexuales se tenían capturas importantes, las McPhail no capturaban nada, constatándose la situación inversa en otros muestreos.

### Estado reproductivo

Se evidenció una pauta cíclica de variación estacional en la frecuencia de hembras pre-reproductivas (sin huevos maduros), similar en ambas campañas y emplazamientos, que fue consistente con la curva de huevos maduros por hembra (Figura 3). La frecuencia de hembras pre-reproductivas alcanzó valores máximos en invierno (enero-febre-

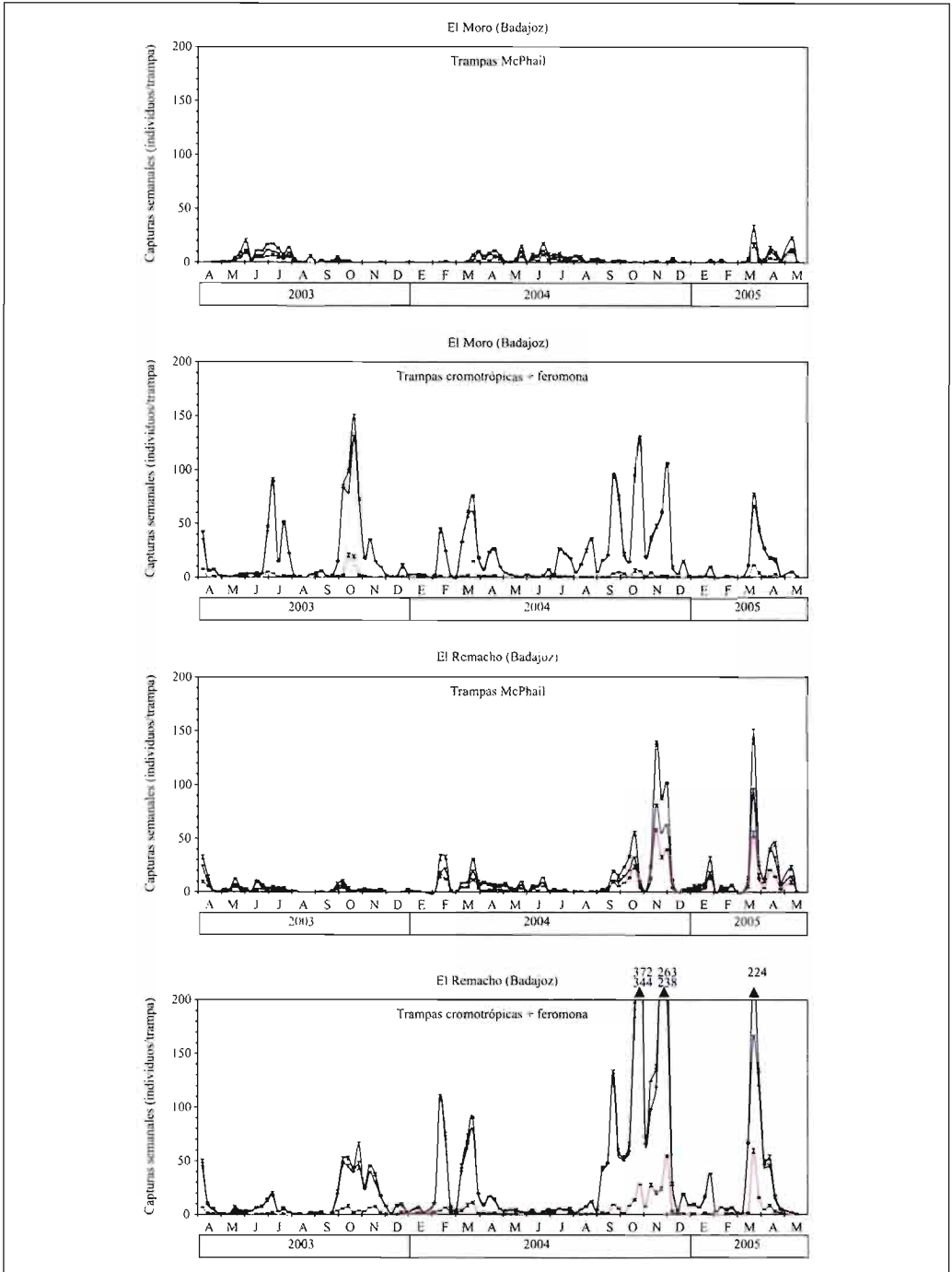


Figura 2: Capturas semanales de adultos por trampa (media  $\pm$  error estándar) de *B. oleae* (machos: trazo azul, hembras: trazo rosa, total: trazo negro) en trampas McPhail y cromotrópico-sexuales en dos emplazamientos en Badajoz (El Moro y El Remacho) durante las campañas 2003-2004 y 2004-2005.

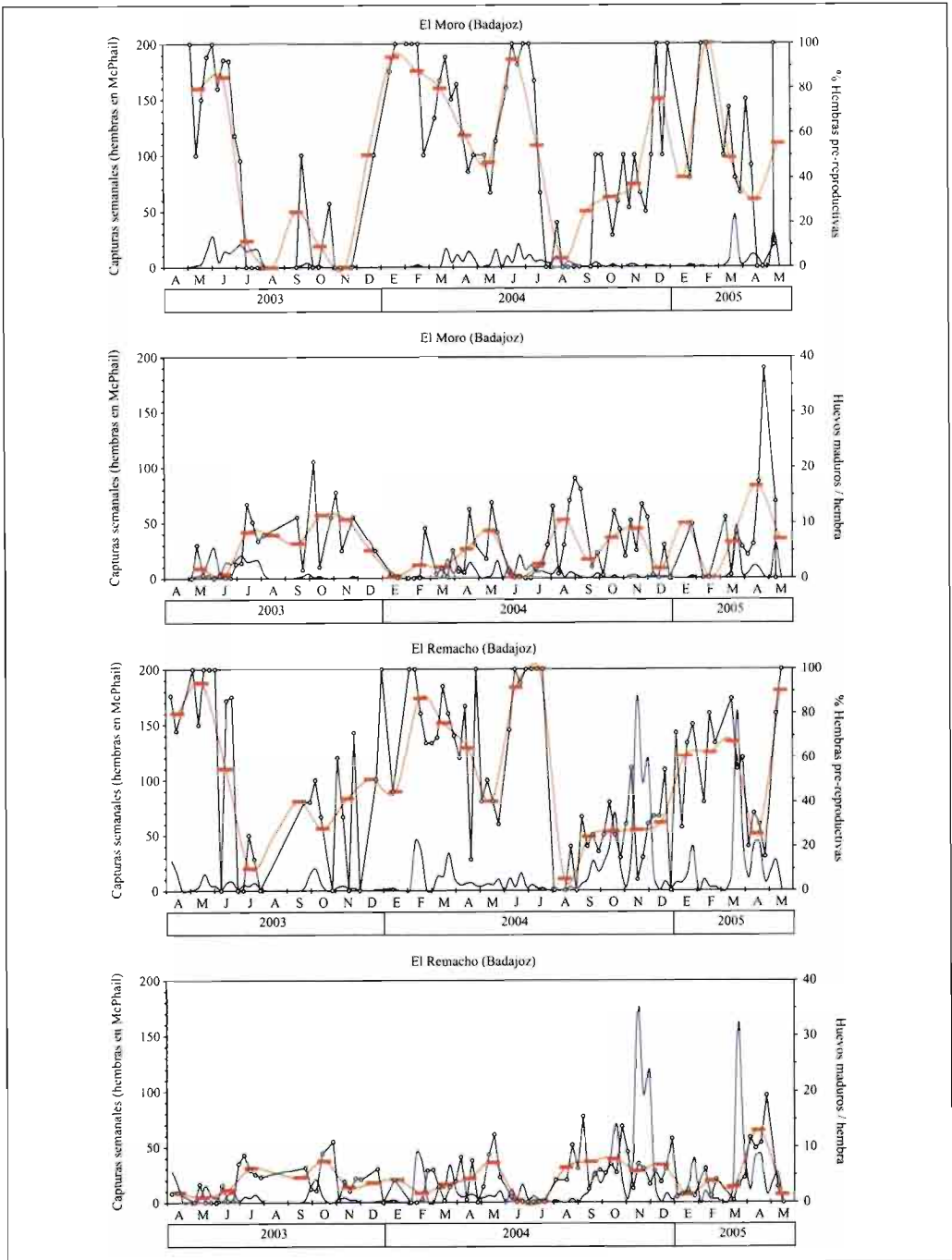


Figura 3: Porcentajes de hembras pre-reproductivas de *B. oleae* y número de huevos maduros por hembra. Valores medios semanales (trazo negro) y mensuales (trazo rojo) a lo largo de las campañas 2003-2004 y 2004-2005 en dos emplazamientos en Badajoz (El Moro y El Remacho). En trazo azul se señala el número total semanal de hembras capturadas en trampas McPhail.

Cuadro 1.- ANOVA modelo I de los efectos de la campaña, la estación, el emplazamiento y sus interacciones sobre el porcentaje medio de hembras pre-reproductivas de *B. oleae*. También se dan los ANOVAS parciales para cada campaña

<i>Total</i>				
Fuente de variación	gl	CM	F	P
Campaña	1	0,044796	0,25	0,62 ns
Estación	3	4,852544	26,57	<0,001
Emplazamiento	1	0,042795	0,23	0,63 ns
Campaña x Estación	3	1,111099	6,08	<0,001
Campaña x Emplazamiento	1	0,038573	0,21	0,65 ns
Estación x Emplazamiento	3	0,202226	1,11	0,35 ns
Campaña x Estación x Emplazamiento	3	0,255210	1,40	0,25 ns
Error	140	0,182647		

*Campaña 2003-2004*

Fuente de variación	gl	CM	F	P
Estación	3	4,628742	36,40	<0,001
Emplazamiento	1	0,000049	0,0004	0,98 ns
Estación x Emplazamiento	3	0,126049	0,99	0,40 ns
Error	60	0,127180		

*Campaña 2004-2005*

Fuente de variación	gl	CM	F	P
Estación	3	0,848375	3,78	0,014
Emplazamiento	1	0,093162	0,42	0,52 ns
Estación x Emplazamiento	3	0,371309	1,66	0,18 ns
Error	80	0,224247		

gl: grados de libertad, CM: Cuadrados medios

Transformación  $\arcsen(x)$  en los porcentajes de hembras pre-reproductivas.

Factores estudiados; Campaña: 2 niveles (campañas 2003-2004 y 2004-2005). Estación: 4 niveles (primavera, verano, otoño e invierno, agrupando los datos según las fechas de los equinoccios y solsticios). Emplazamiento: 2 niveles (El Moro y El Remacho)

ro) y primavera (junio) con valores en torno al 90%, siendo los valores mínimos en verano (julio-agosto) próximos al 0%. Los valores en otoño fueron intermedios y más variables. El efecto de la estación en la frecuencia de hembras pre-reproductivas fue además significativo, al contrario que la campaña o el emplazamiento (Cuadro 1). Al existir una interacción significativa campaña x estación, el cálculo de un ANOVA para cada campaña por separado corroboró el efecto significativo de la estación (Cuadro 1). En las dos campañas y en ambos emplazamientos se constató además un mínimo relativo a mediados de

primavera (abril o mayo) con porcentajes de hembras pre-reproductivas del 30-50%. El número de capturas de hembras en trampas McPhail no estuvo correlacionado con la frecuencia de hembras pre-reproductivas, ni en El Moro ( $r^2=0,01$ ,  $P=0,34$  ns,  $F_{1,77}=0,91$  ns) ni en El Remacho ( $r^2=0,01$ ,  $P=0,32$  ns,  $F_{1,85}=0,99$  ns).

### Tamaño imaginal

El tamaño de las hembras también experimentó una pauta de variación estacional cíclica. Los adultos fueron significativamente más grandes en invierno que en primavera



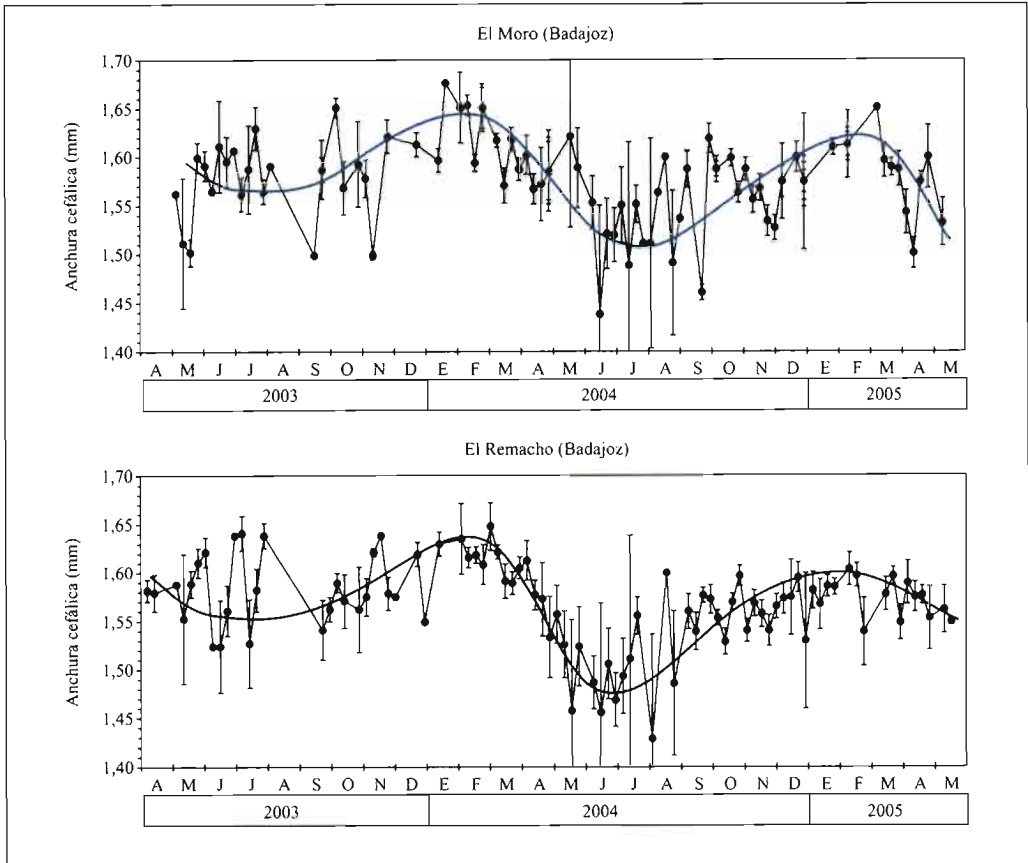


Figura 4: Variación estacional del tamaño imaginal (anchura de la cápsula cefálica en mm) de las hembras de *B. oleae*. Valores medios semanales ( $\pm$  error estándar) a lo largo de las campañas 2003-2004 y 2004-2005 en dos emplazamientos en Badajoz (El Moro y El Remacho).

y verano, presentando tamaños intermedios en otoño (Figura 4, Cuadro 2). La variación fue muy gradual a lo largo del año y aunque existieron diferencias significativas entre campañas (Cuadro 2), la pauta de fluctuación en el tamaño corporal fue similar ambas campañas en los dos emplazamientos

**DISCUSIÓN**

**Dinámica poblacional**

El empleo de las trampas alimenticias y cromotrópico-sexuales es en la actualidad una herramienta básica para el seguimiento de las poblaciones de *B. oleae* y la optimización del

momento de tratamiento. El uso de trampas alimenticias (mosqueros de vidrio o de tipo McPhail) y los cebos (hidrolizado proteico, fosfato diamónico) se han venido utilizando y optimizando desde hace más de medio siglo (MCPHAIL, 1939; RUIZ CASTRO, 1948; BALACHOWSKY, 1951), especialmente por entomólogos españoles (Benlloch, Del Cañizo, Bohórquez, Moreno Márquez, Gómez Clemente, Bellod y otros). Con el descubrimiento de la feromona sexual producida por la hembra (SCHULTZ y BOUSH, 1971; ECONOMOPOULOS *et al.*, 1971) y su síntesis (BAKER *et al.*, 1980) se aumentó considerablemente el poder atractivo de las trampas cromotrópicas

Cuadro 2.- ANOVA modelo 1 de los efectos de la campaña, la estación, el emplazamiento y sus interacciones sobre el tamaño imaginal (anchura cefálica) de las hembras de *B. oleae*.

Fuente de variación	gl	CM	F	P
Campaña	1	0,227158	44,07	<0,001
Estación	3	0,074473	14,45	<0,001
Emplazamiento	1	0,016007	3,11	0,08 ns
Campaña x Estación	3	0,009452	1,83	0,14 ns
Campaña x Emplazamiento	1	0,001381	0,27	0,61 ns
Estación x Emplazamiento	3	0,005510	1,07	0,36 ns
Campaña x Estación x Emplazamiento	3	0,001277	0,25	0,86 ns
Error	1228	0,005154		

gl: grados de libertad, CM: Cuadrados medios

Factores estudiados: Campaña: 2 niveles (campañas 2003-2004 y 2004-2005). Estación: 4 niveles (primavera, verano, otoño e invierno, agrupando los datos según las fechas de los equinoccios y solsticios). Emplazamiento: 2 niveles (El Moro y El Remacho)

amarillas al incorporar un difusor de feromona. El empleo de las trampas descritas es crucial, ya que no sólo permite estimar la dinámica de vuelo, sino que al capturar un gran número de hembras, se puede conocer su estado reproductivo a lo largo del año con gran fiabilidad. El elevado rendimiento general de las trampas (y en particular el gran número de hembras capturadas con los mosqueros) ha sugerido en múltiples ocasiones a lo largo del pasado siglo su posible empleo en trapeo masivo, si bien esta técnica ha mostrado reiteradamente, allí donde se ha ensayado, su insuficiente efectividad.

Los resultados obtenidos confirman la presencia de adultos durante todo el año en Extremadura, como en otras regiones templadas (DELRIO y PROTA, 1975; DELRIO y CAVALLORO, 1977). Las diferencias en las curvas de vuelo según el tipo de trampas se atribuyeron al diferente estímulo ejercido por cada una, alimenticio o visual-sexual. Se ha descrito que la atracción de los McPhail puede variar a lo largo del año como consecuencia de las condiciones de temperatura y humedad (NEUENSCHWANDER y MICHELAKIS, 1979). También se ha sugerido que la razón sexual en trampas amarillas puede variar a lo largo del año, capturándose más machos en el periodo de emergencia y más hembras en el de oviposición (DELRIO y PROTA, 1975). Existe también evidencia de que las señales

químicas emitidas por los individuos capturados, que pueden permanecer vivos algún tiempo en las trampas cromotrópico-sexuales, pero mueren rápidamente en las McPhail, pudiese explicar las diferencias de captura entre ambos tipos de trampa.

### Estado reproductivo

La diapausa reproductiva de los adultos de *B. oleae* es un fenómeno extendido y facultativo, pero complejo y todavía no bien conocido, en el que varios factores y sus interacciones aparecen implicados (FLETCHER *et al.*, 1978; NEUENSCHWANDER *et al.*, 1986). Las bajas temperaturas y el fotoperiodo corto durante el desarrollo larvario (otoño), y la ausencia de aceitunas tras la emergencia, promueven diapausa reproductiva en los adultos. Al contrario, la disponibilidad de aceitunas y una buena alimentación favorecen la salida de diapausa y el inicio del acoplamiento y la puesta (FLETCHER *et al.*, 1978; FLETCHER y KAPATOS, 1983; TZANAKAKIS y KOVEOS, 1986; KOVEOS y TZANAKAKIS, 1990). Los frutos promueven la maduración sexual de la hembra y la ovogénesis mediante varios estímulos todavía poco cuantificados, entre los que cabe citar el alimenticio (jugos del fruto al insertar el oviscapto), químico (contacto tarsal), táctil, visual o combinación de ellos. La diapausa reproductiva puede también ser suprimida



Figura 5: Cápsulas cefálicas de *B. oleae* mostrando la evaginación del ptilinum (Fotografía, Á. Sánchez González)

por amputación de las alas (KOVEOS *et al.*, 1997), si bien el mecanismo responsable es desconocido.

Los resultados indican una clara variación estacional en el estado reproductivo de los adultos en Extremadura. La existencia de adultos pre-reproductivos en invierno y primavera durante el periodo blanco sugiere la existencia de diapausa reproductiva imaginal. Un máximo de hembras pre-reproductivas en torno a junio se ha señalado reiteradamente (STAVRAKIS, 1973; FLETCHER *et al.*, 1978; STAVRAKIS y FYTIZAS, 1980; NEUENSCHWANDER *et al.*, 1986; KOVEOS y TZANAKAKIS, 1990). Sin embargo, el máximo detectado en invierno en este estudio no debe ser tan patente porque no se había documentado. En este sentido, se ha descrito que las trampas McPhail pueden infraestimar el número de hembras pre-reproductivas (NEUENSCHWANDER y MICHELAKIS, 1979), si bien nuestros resultados no mostraron tal efecto al no estar correlacionado el número total de hembras capturadas con la frecuencia de hembras pre-reproductivas.

Las hembras capturadas tanto al final de la primavera como en invierno (periodos en

los que la frecuencia de hembras pre-reproductivas alcanzó sendos máximos), e independientemente del estado de hibernación (pupa o adulto), se desarrollaron como larvas a finales de otoño-invierno, en condiciones de frío y fotoperiodo corto que promueven diapausa reproductiva. Sin embargo, el mínimo relativo de hembras pre-reproductivas detectado entre abril y mayo (variable según el año y el emplazamiento) es cuanto menos llamativo, al ocurrir la maduración de un gran número de hembras a pesar de que no existen frutos. Unas mejores condiciones de alimentación para los adultos al inicio de la primavera -melazas de cochinillas y pulgones, néctar y otros jugos vegetales- (NEUENSCHWANDER *et al.*, 1986) y su presunto empeoramiento con la llegada del verano, así como el oscuro papel jugado por las bacterias endosimbiontes (KOVEOS y TZANAKAKIS, 1993) son factores a tener en cuenta.

La curva de huevos maduros por hembra fue consistente con la curva de hembras pre-reproductivas, coincidiendo como era de esperar los mínimos de la primera con los máximos de la segunda. Otros autores (STAVRAKIS, 1973; DELRIO y CAVALLORO, 1977)

también refieren la fluctuación anual en el número de huevos por hembra, con mínimos en junio y máximos en septiembre-octubre, que atribuyen a picos de emergencia y de reproducción, respectivamente. Nuestros datos indican también un máximo importante en abril-mayo y otro menos regular en julio-agosto. DELRIO y PROTA (1975) identifican cada pico anual en el número de huevos por hembra con una generación de *B. oleae*, según lo cual nuestros datos sugieren 3 (quizás 4) generaciones al año, coincidiendo con RUIZ CASTRO (1948).

Se observó una mayor frecuencia de hembras con el ptilinum evaginado (Figura 5) en trampas McPhail (evidencia de falta de esclerotización del exoesqueleto y por ende reciente emergencia), coincidiendo en general con los máximos de emergencia de adultos. Sin embargo, la evaginación del ptilinum no pudo utilizarse con fines prácticos más concretos, ya que las hembras con el ptilinum evaginado no presentaron mayores frecuencias pre-reproductivas que las hembras que no presentaron esta característica.

### Tamaño imaginal

La variación estacional en el tamaño imaginal de *B. oleae* es una observación novedosa. En otros insectos, y en particular en la polilla del racimo *Lobesia botrana* Den. y Schiff. también se ha documentado, si bien determinada fundamentalmente por diferencias en la alimentación larvaria (TORRES-VILA *et al.*, 2005). En *B. oleae* el escenario es más complejo, en particular porque presenta generaciones que se solapan. La gradual fluctuación en el tamaño observada en los adultos puede obedecer, entre otras causas, no sólo al estado de madurez de las aceitunas en las que aquellos se desarrollaron como larva, sino también a la temperatura de desarrollo larvario (TORRES-VILA, 1996), y a la deshidratación en estado pupal, más o menos prolongado según la inducción de diapausa (TORRES-VILA *et al.*, 1996), sin excluir el efecto de la interacción entre dichos factores. En cualquier caso, la variabilidad en el tamaño imaginal de *B. oleae* no es trivial porque

podría determinar aspectos esenciales como el comportamiento reproductor o la fecundidad (TORRES-VILA *et al.*, 1999, 2005) de implicaciones adaptativas evidentes.

### Implicaciones adaptativas de la hibernación en estado adulto

Desde una perspectiva evolutiva, el aspecto importante reside, más que en determinar los mecanismos próximos que regulan la diapausa imaginal, en conocer las ventajas adaptativas que determinan que una parte de la población inverne como pupa y otra lo haga como adulto. En el siglo XIX y principios del XX, generalmente sólo se consideraba la posibilidad de hibernación como pupa (BALACHOWSKY y MESNIL, 1935-1936) y se pensaba que los adultos en invierno simplemente morían (“un error de la naturaleza”) siendo incapaces de perpetuarse al no existir frutos para ovipositar (BERLESE, 1924; pero ver ASCÁRATE y FERNÁNDEZ, 1893). Hoy existe evidencia suficiente para afirmar que la hibernación como adulto de *B. oleae* constituye una estrategia adaptativa, en la que la diapausa reproductiva imaginal es un mecanismo fisiológico subyacente que incrementa la longevidad del adulto, dando tiempo a que el olivo fructifique y la mosca cierre el ciclo. La información disponible indica que la longevidad de los adultos en invierno, incluso de hasta 8 ó 9 meses (BERLESE, 1924; RUIZ CASTRO, 1948; ARAMBOURG y PRALAVORIO, 1970; NEUENSCHWANDER *et al.*, 1986), es suficiente para cubrir todo el periodo blanco. En una longevidad tan elevada, está implicado directamente el estado pre-reproductivo y la desviación de recursos energéticos al mantenimiento somático, ya que las hembras maduras no son capaces de vivir tanto tiempo.

Aunque los adultos presentan mecanismos específicos de resistencia al frío (KOVOS, 2001) la mortalidad imaginal en invierno es en general elevada (RUIZ CASTRO, 1948). Sin embargo, la mortalidad pupal es muy variable y también puede llegar a ser extrema (CAVALLORO y DELRIO, 1975; DELRIO y PROTA, 1975; NEUENSCHWANDER *et al.*,

1986), influenciada por la textura del suelo, episodios de inmersión y frío o la acción de los depredadores. En tales situaciones, los individuos que siguen la estrategia de invernar como adulto pueden tener una ventaja adaptativa sobre los que lo hacen como pupa. Ambas estrategias coexisten en las poblaciones de *B. oleae* y el punto de equilibrio depende teóricamente de las características propias del hábitat. En hábitats no excesivamente fríos, los individuos que *escogen* la estrategia de invernar como adultos pueden tener ventaja si usualmente existen frutos durante el invierno (aceitunas no recogidas en olivares marginales o frutos de acebuche) al tener una generación primaveral adicional. Siguiendo esta estrategia, también los adul-

tos podrían explotar mejor los primeros frutos del año. Así, se piensa que los individuos que invernan como adulto están más implicados en los primeros ataques primaverales (a menudo graves) que los individuos que invernan como pupa (ARAMBOURG y PRALAVORIO, 1970; NEUENSCHWANDER *et al.*, 1986). La comprobación de que en determinadas condiciones los individuos que siguen la estrategia de invernar en estado adulto presentan una ganancia neta de *fitness* requiere estudios adicionales.

## AGRADECIMIENTOS

A los propietarios de las fincas muestreadas por las facilidades prestadas.

## ABSTRACT

TORRES-VILA L. M., Á. SÁNCHEZ GONZÁLEZ, F. PONCE ESCUDERO, E. DELGADO VALIENTE, M. C. AZA BARRERO, F. BARRENA GALÁN, J. J. FERRERO GARCÍA, E. CRUCES CALDERA, F. RODRÍGUEZ CORBACHO. 2006. Population dynamics of *Bactrocera oleae* Gmelin in Extremadura (Spain): seasonal fluctuation in reproductive status and adult size. *Bol. San. Veg. Plagas*, **32**: 57-69.

The olive fruit fly, *Bactrocera oleae* Gmelin (Diptera: Tephritidae), is considered to be the most damaging pest in olive groves as larval damage greatly reduces production value both in quantity and quality. Life history is well known but the presence of adult flies in winter-spring, when the olive trees have no fruits (the so-called *white period*) poses a *darwinian puzzle*. Adaptive strategy by overwintering adults is difficult to explain, even if adults exhibit reproductive diapause in that period, a physiological mechanism that enhancing longevity increases oviposition expectations.

Population dynamics of *B. oleae* adults was monitored in two locations at Badajoz (Spain) between April 2003 and May 2005. McPhail traps (baited with diammonium phosphate) and yellow sticky traps (baited with sex pheromone) were used, with three replicates per location and trap type. Adults were collected weekly and a sample of 20-25 females were dissected under a stereomicroscope in order to estimate reproductive status (presence or absence of mature eggs) and body size (head width) throughout the year.

Results showed that fly adults occurred throughout the year exhibiting a cyclic seasonal pattern in the frequency of pre-reproductive females (no mature eggs) and adult size, which was consistent between years and locations. Frequency of pre-reproductive females was significantly higher in winter-spring than in summer, with intermediate values in autumn, being this pattern consistent with mean number of mature eggs per female. Adults (females) were significantly larger in winter than in spring-summer, with intermediate values in autumn.

Seasonal variation in reproductive status and body size of *B. oleae* adults is discussed from both adaptive and pest control viewpoints.

**Key Words:** *Bactrocera oleae*, olive fly, pre-reproductive period, overwintering, reproductive diapause, body size.

## REFERENCIAS

- ANDRÉS CANTERO F. DE. 1997. *Enfermedades y plagas del olivo*. 3ª ed. Riquelme y Vargas, Jaén.
- ARAMBOURG Y., PRALAVORIO R., 1970. Survie hivernale de *Dacus oleae* Gmel. *Annales de Zoologie, Ecologie Animale*, **2**: 659-622.
- ASCÁRATE Y FERNÁNDEZ C., 1893. *Insectos y criptógamas que invaden los cultivos en España*. L. Péant e Hijos, Madrid.
- BAKER R., HERBERT R., HOWSE P.E., JONES O.T., 1980. Identification and synthesis of the major sex pheromone of the olive fly (*Dacus oleae*). *Journal of the Chemical Society, Chemical Communications*, [1980]: 52-53.
- BALACHOWSKY A.S., 1951. *La lutte contre les insectes, principes, méthodes, applications*. Payot, Paris.
- BALACHOWSKY A.S., MESNIL L., 1935-1936. *Les insectes nuisibles aux plantes cultivées* (2 vol.). Busson-L. Méry, Paris.
- BERLESE A., 1924. [R. Stazione di Entomologia Agraria in Firenze] *Entomologia agraria. Manuale sugli insetti nocivi alle piante coltivate, campestri, orticole ed ai loro prodotti e modo di combatterli*. 2ª ed. M. Ricci, Firenze.
- CABI. 2000. *Bactrocera oleae* Gmelin, 1790. En: *Crop Protection Compendium*. 2nd ed. (CD-ROM), (CAB-International, ed.). Commonwealth Agricultural Bureau-International, Wallingford-Oxon, UK.
- CAVALLORO R., DELRIO G., 1975. Osservazioni sulla distribuzione e sopravvivenza delle pupe di *Dacus oleae* Gmelin nel terreno. *Redia*, **56**: 167-175.
- DELRIO G., CAVALLORO R., 1977. Reperti sul ciclo biologico e sulla dinamica di popolazione del *Dacus oleae* Gmelin in Liguria. *Redia*, **60**: 221-253.
- DELRIO G., PROTA R., 1975. Osservazioni eco-etologiche sul *Dacus oleae* Gmelin nella Sardegna nord-occidentale. *Bollettino di Zoologia Agraria e di Bachicoltura*, **13**: 49-118.
- DOMINGUEZ GARCÍA-TEJERO F., 1961. *Plagas y enfermedades de las plagas cultivadas*. 2ª ed. Dossat, Madrid.
- ECONOMOPOULOS A.P., GIANNAKAKIS A., TZANAKAKIS M.E., VOYADJOGLU A.V., 1971. Reproductive behavior and physiology of the olive fruit fly. I. Anatomy of the adult rectum and odors emitted by adults. *Annals of the Entomological Society of America*, **64**: 1112-1116.
- FLETCHER B.S., KAPATOS E., 1983. The influence of temperature, diet and olive fruits on the maturation rates of female olive flies at different times of the year. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, **33**: 244-252.
- FLETCHER B.S., PAPPAS S., KAPATOS E., 1978. Changes in the ovaries of olive flies (*Dacus oleae* (Gmelin)) during the summer, and their relationship to temperature, humidity and fruit availability. *Ecological Entomology*, **3**: 99-107.
- KOVLOS D.S., 2001. Rapid cold hardening in the olive fruit fly *Bactrocera oleae* under laboratory and field conditions. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, **101**: 257-263.
- KOVEOS D.S., BROUFAS G.D., KILIARAKI, E.K., TZANAKAKIS, M.E., 1997. Effect of prevention of flight on ovarian maturation and reproductive diapause in the olive fruit fly (Diptera: Tephritidae). *Annals of the Entomological Society of America*, **90**: 337-340.
- KOVEOS D.S., TZANAKAKIS M.E., 1990. Effect of the presence of olive fruit on ovarian maturation in the olive fruit fly, *Dacus oleae*, under laboratory conditions. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, **55**: 161-168.
- KOVEOS D.S., TZANAKAKIS M.E., 1993. Diapause aversion in the adult olive fruit fly through effects of the host fruit, bacteria, and adult diet. *Annals of the Entomological Society of America*, **86**: 668-673.
- MCPHAIL M., 1939. Protein lure for fruit flies. *Journal of Economic Entomology*, **32**: 758-761.
- NEUENSCHWANDER P., MICHELAKIS S., 1979. McPhail trap captures of *Dacus oleae* (Gmel.) (Diptera, Tephritidae) in comparison to the fly density and population composition as assessed by sondage technique in Crete, Greece. *Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft*, **52**: 343-357.
- NEUENSCHWANDER P., MICHELAKIS S., KAPATOS E., 1986. *Dacus oleae* (Gmel.). En: *Traité d'entomologie oleicole*, pp. 115-159 (Arambourg Y., ed.). COI, Madrid.
- PONZ A., 1784. *Viage de España, en que se da noticia de las cosas más apreciables, y dignas de saberse, que hay en ella*. Tomo Octavo. 2ª ed. J. Ibarra, Madrid.
- RUIZ CASTRO A., 1948. *Fauna entomológica del olivo en España*. Instituto Español de Entomología, CSIC, Madrid.
- SCHULTZ G.A., BOUSH G.M., 1971. Suspected sex pheromone glands in three economically important species of *Dacus*. *Journal of Economic Entomology*, **64**: 347-349.
- SOKAL R.R., ROHLF F.J., 1995. *Biometry*. 3rd ed. Freeman, New York.
- STAVRAKIS G.N., 1973. Observations sur l'état des organes reproducteurs de femelles de *Dacus oleae* (Diptera, Tephritidae), capturées en gobe-mouches pendant une année. *Annales de Zoologie, Ecologie Animale*, **5**: 111-117.
- STAVRAKIS G.N., FYTIZAS E., 1980. Observations sur l'état des organes reproducteurs de femelles de *Dacus oleae* (Diptera, Tephritidae), capturées en gobe-mouches pendant les années 1970-1980. *Mededelingen van de Faculteit Landbouwwetenschappen Rijksuniversiteit Gent*, **45**: 587-592.
- SYSTAT, 2000. *SYSTAT 10.0 The system for statistics*. Systat Software Inc., Richmond, California.
- TORRES-VILA L.M., 1996. Efecto de la temperatura de desarrollo preimaginal sobre el potencial biótico de la polilla del racimo de la vid, *Lobesia botrana* (Denis y Schiffermüller, [1775]) (Lepidoptera: Tortricidae). *SHILAP Revista de Lepidopterología*, **24**: 197-206.
- TORRES-VILA L.M., PÉREZ DE SANDE J., 2002. Prospección de la resistencia insecticida al dimetoato en la mosca del olivo *Bactrocera oleae* Gmelin (Diptera: Tephritidae) en Extremadura. *Boletín de Sanidad Vegetal Plagas*, **28**: 281-286.
- TORRES-VILA L.M., RODRÍGUEZ-MOLINA M.C., MARTÍNEZ J.A., 2003. Efectos del daño de la mosca del

- olivo y del atroje sobre la microflora en pasta y la acidez del aceite vírgen de oliva. *Grasas y Aceites*, **54**: 285-294.
- TORRES-VILA L.M., RODRÍGUEZ-MOLINA M.C., MCMINN M., RODRÍGUEZ-MOLINA A., 2005. Larval food source promotes cyclic seasonal variation in polyandry in the moth *Lobesia botrana*. *Behavioral Ecology*, **16**: 114-122.
- TORRES-VILA L.M., RODRÍGUEZ-MOLINA M.C., ROEHRICH R., STOCKEL J., 1999. Vine phenological stage during larval feeding affects male and female reproductive output of *Lobesia botrana* (Lepidoptera: Tortricidae). *Bulletin of Entomological Research*, **89**: 549-556.
- TORRES-VILA L.M., STOCKEL J., BIELZA P., LACASA A., 1996. Efecto de la diapausa y del capullo sobre el potencial biótico de la polilla del racimo *Lobesia botrana* Den. y Schiff. (Lepidoptera: Tortricidae). *Boletín de Sanidad Vegetal Plagas*, **22**: 27-36.
- TZANAKAKIS M.E., KOVEOS D.S., 1986. Inhibition of ovarian maturation in the olive fruit fly, *Dacus oleae* (Diptera: Tephritidae), under long photophase and an increase of temperature. *Annals of the Entomological Society of America*, **79**: 15-18.

(Recepción: 15 noviembre 2005)

(Aceptación: 26 diciembre 2005)





## Control de *Acalitus phloeocoptes* Nalepa (Acarina, *Eriophyidae*), eriófido de las agallas del ciruelo, en la Vega de Sevilla

J. M. DURÁN, T. PRATS, A. DE LA ROSA, A. SÁNCHEZ, M. ALVARADO

En algunas parcelas de ciruelos de la Vega de Sevilla el eriófido *Acalitus phloeocoptes* Nalepa (Acarina, *Eriophyidae*), el eriófido de las agallas del ciruelo, representa un problema importante. Durante tres años se ha estudiado su biología y se han planteado diferentes estrategias de control químico.

La salida de los adultos, procedentes de las agallas de invierno, comienza a mediados de marzo. Aunque se pone de manifiesto la influencia de la climatología, puede considerarse que la salida finaliza en la segunda quincena de mayo.

Se han ensayado un gran número de materias activas, resultando las más interesantes azufre y carbaril, ya que amitraz, igualmente eficaz, ha sido excluido del anexo I de la Directiva 91/414/CEE de 15 de julio, relativa a la comercialización de productos fitosanitarios. El primero de ellos precisaría de 3 a 8 aplicaciones, aumentando la eficacia con el número de éstas.

Carbaril se ha mostrado muy eficaz con una sola aplicación realizada al 70% de la avivación, lo que en la zona de estudio suele producirse cuando la integral térmica sobre 7°C desde el 1 de enero alcanza 700°, hacia finales de abril.

J. M. DURÁN, A. DE LA ROSA, A. SÁNCHEZ, M. ALVARADO. Laboratorio de Sanidad Vegetal de Sevilla, Consejería de Agricultura y Pesca, Junta de Andalucía. Apdo. 121, 41089-Montequinto (Sevilla).

T. PRATS Convenio CAP-ASOCIAFRUIT. Avenida de Málaga, 16. 1º C. 41004-Sevilla

**Palabras clave:** *Acalitus phloeocoptes*, biología, ciruelo, control químico.

### INTRODUCCIÓN

En algunos frutales de hueso como el ciruelo y el almendro se observan con frecuencia una serie de agallas prominentes que se disponen alrededor de las yemas (fig. 1), en cuyo interior se desarrolla el eriófido *Acalitus phloeocoptes*. Éste es un ácaro de vida oculta, que ocasiona pérdida de vigor y puede provocar incluso la muerte del árbol. Afecta a los citados frutales en Líbano, Siria e Israel (STERNLICHT *et al.*, 1974; TALHOUK, 1977) así como en Europa central y meridional (GUSHINA *et al.*, 1976; IMRE, 1994; LACASA *et al.*, 1990; LAFFI, 1997; STEFANO, 1971).

Es citado como un problema creciente en albaricoqueros en China (WEI, 1991).

*Acalitus phloeocoptes* es un eriófido alargado y con el cuerpo anillado (fig. 2). Inverna en forma de hembra deutogina en el interior de las agallas que provoca, agrupadas alrededor de las yemas. En primavera se produce la apertura de las agallas, y los ácaros se dirigen hacia la base de las yemas, donde sus picaduras producen la proliferación de células. A partir de aquí se van formando unas agallas poliloculares. Cada lóculo tiene dentro inicialmente una hembra y están separados entre ellos por un tejido parenquimático. Las hembras ponen varios huevos,



Figura 1. Agallas

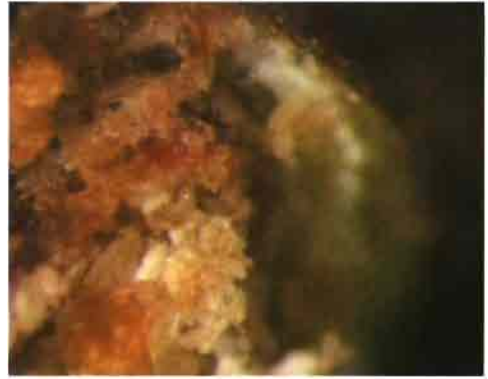


Fig. 2. Adultos en el interior de una agalla

llegando a haber dentro de cada lóculo (fig. 3) miles de ácaros al final del periodo vegetativo del árbol (GARCÍA MARÍ, 1991).

El hecho de que estos eriófidos desarrollen la mayor parte de su ciclo dentro de las agallas, implica que un posible control químico deba efectuarse en el momento de la salida de las hembras invernantes. En las condiciones del Sudeste (GARCÍA MARÍ, 1991; ANÓNIMO, 1991) el tratamiento se realizaría en abril ya que es el momento de emergencia de las hembras invernantes, haciendo varias repeticiones que en variedades tardías pueden llegar hasta finales de mayo. LACASA *et al.* (1990) obtuvo la mayor eficacia con dos tratamientos separados 9

días con endosulfan a primeros de abril, datos coincidentes con los obtenidos en Italia (LAFFI, 1997).

Su control biológico resulta muy difícil por su localización en el interior de las agallas, dificultando que los depredadores puedan acceder a ellos. Se ha observado que algunos ácaros fitoseidos e insectos Himenópteros y Tisanópteros pueden alimentarse de estos eriófidos (MEZEI, 1995). Las poblaciones libres del ácaro también pueden verse mermadas por la lluvia y el frío (ANÓNIMO, 1991) en tanto que el viento puede actuar como diseminador (STERNLICHT *et al.*, 1974).

En ciruelo existe una marcada diferencia de sensibilidad entre variedades (GARCÍA



Figura 3. Vista de una agalla abierta



Figura 4. Árbol muy afectado

MARÍ, 1994; LACASA, 1990). En la Vega del Guadalquivir representa un problema en algunas parcelas de ciruelo, en las que los agricultores encuentran muy difícil su control químico, tanto por la propia biología del ácaro como por la escasez de productos fitosanitarios eficaces registrados.

**MATERIAL Y MÉTODOS**

Los trabajos se han desarrollado a lo largo de los años 2002, 2003 y 2004, en la localidad de Guillena (Sevilla), fundamentalmente sobre árboles de 8 años de edad, de la variedad Freedom, de recolección en agosto (fig. 4).

Desde mediados de febrero se han contabilizado semanalmente el porcentaje de adultos emergidos de las agallas de invierno, así como las nuevas agallas que se iban formando (fig. 5). Las muestras eran tomadas de árboles sin tratamiento y observadas bajo el binocular,

Acabada la salida de invierno y en su caso los tratamientos, y dejando transcurrir un periodo de alrededor de un mes, se realizaron sendas valoraciones finales, contabilizando el número de agallas, tanto viejas como nuevas, en 10 brotes por parcela elemental. Esta valoración se ha venido realizando a mediados de julio. El control simultáneo de las agallas viejas en cada uno de los brotes muestreados permitía asegurar que las poblaciones iniciales eran similares en las diferentes variables.



Fig. 5. Agallas nuevas

En los tres ensayos de productos realizados, uno por campaña, el diseño seguido ha sido de bloques completos al azar con 4 repeticiones, siendo la parcela elemental un árbol. Entre cada árbol tratado se dejaban 2 árboles si tratar, para evitar contaminaciones. La aplicación de los productos se realizaba con una mochila de motor. El gasto era de 4 l/árbol, hasta goteo, que para un marco de plantación de 5 x 2,4 m implica un gasto de caldo de 3.300 l/ha.

En las sucesivas campañas se han ido modificando la relación de productos de los ensayos, en una búsqueda que aunara en lo posible una buena eficacia, un apropiado plazo de seguridad y una menor presión de fitosanitarios. Los diferentes productos y

Cuadro 1. Materias activas ensayadas

	Materia Activa	Producto Comercial	Dosis p.c./HI	Autorización
2002	Azufre 80%	Azufre Flow (Agrodán)	300	Frutales de hoja caduca, contra eriódidos
	Fenpiroximato 5%	Asalto (Syngenta)	150	Melocotonero, Nectarina y Almendro, contra araña roja
	Propargita 57%	Omite (Agrevo)	150	Frutales de hoja caduca, contra tetraníquidos
	Imidacloprid 20%	Confidor (Bayer)	100	Ciruelo contra pulgones
2003	Azufre 80%	Azufre Flow (Agrodán)	300	Frutales de hoja caduca, contra eriódidos
	Carbaril 85%	Sevin 85 (Bayer)	200	Frutales de hoja caduca, contra diferentes orugas
	Amitraz 50%	Mitac 50 PM (Bayer)	150	Frutales de pepita contra ácaros
	Bifentrin 10%	Talstar 10 (FMC Foret)	75	Frutales de hueso contra araña roja
	Acrinatin 7.5%	Orytis (Agrodan)	100	Frutales de hueso contra araña roja
2004	Carbaril 85%	Sevin 85 (Bayer)	200	Frutales de hoja caduca, contra diferentes orugas

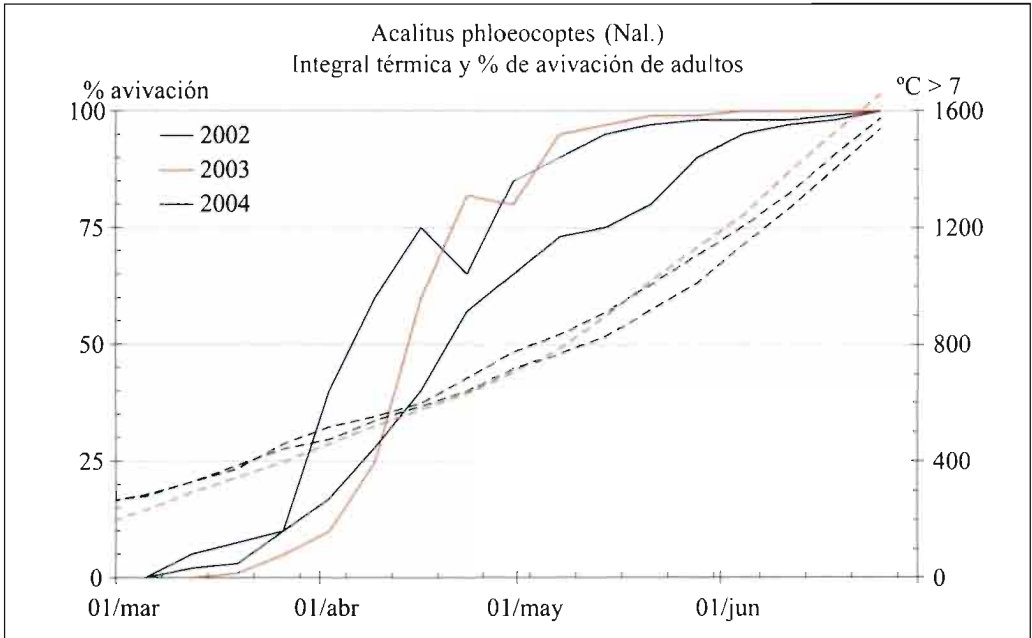


Figura 6. Emergencia de adultos

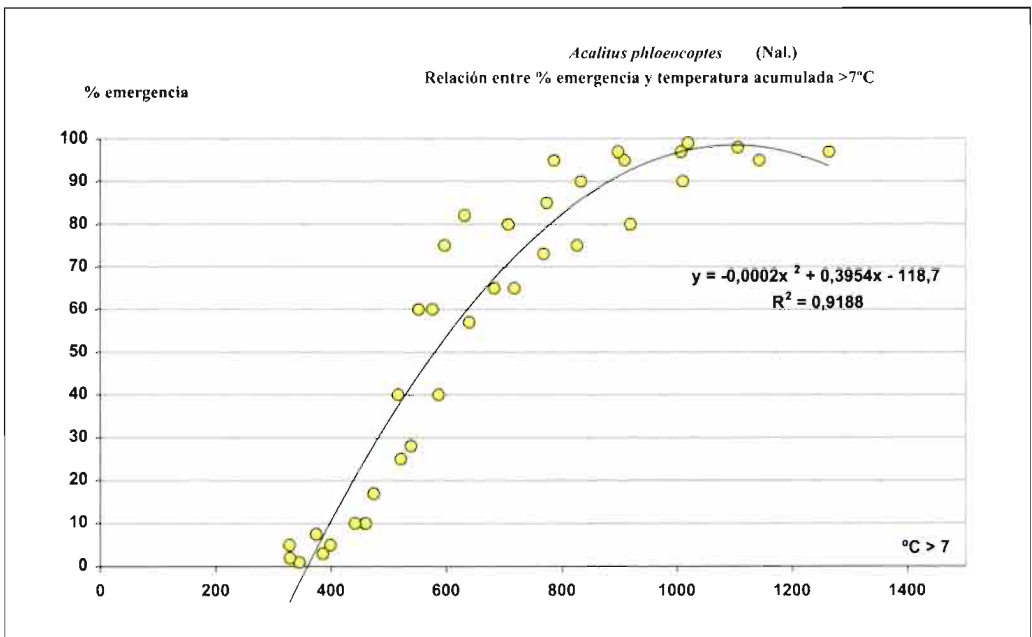


Figura 7. Emergencia y climatología

Cuadro 2. Ensayos de control químico

SEMANA										agallas nuevas/ ramita	LSD 0.05
	13	14	15	16	17	18	19	20	21		
2002	27/3	4/4	10/4	18/4	25/4	2/5	8/5	15/5	22/5		
	azufre	azufre	azufre	azufre	azufre	azufre	azufre	azufre	azufre	0.80	a
		propargita	propargita	propargita	fenpiroximato	fenpiroximato	fenpiroximato	fenpiroximato	fenpiroximato	2.83	ab
		propargita				fenpiroximato				4.27	bc
		fenpiroximato				propargita				4.97	bc
		propargita		propargita		propargita				5.17	bc
								imidacloprid		5.78	c
	TEST									6.50	c
2003		1/4	8/4	16/4	24/4	28/4	6/5	13/5	21/5		
		carbaril		carbaril		carbaril		carbaril		0.00	a
		amitraz		amitraz		amitraz		amitraz		0.02	a
		azufre	azufre	azufre	azufre	azufre	azufre	azufre	azufre	0.92	a
		azufre		azufre		azufre		azufre		1.12	a
			azufre				azufre		azufre	1.37	a
		acrinatrin		acrinatrin		acrinatrin		acrinatrin		2.32	a
		bifenetrin		bifenetrin		bifenetrin		bifenetrin		6.22	b
	TEST									7.10	b
2004				13/4	20/4	26/4	5/5	13/5			
				carbaril		carbaril		carbaril		0.00	a
					carbaril		carbaril			0.07	a
							carbaril			1.05	a
	TEST									38.65	b

dosis utilizados se recogen en el cuadro 1. En algunos casos se ha recurrido a productos registrados, bien en ciruelo pero no contra eriófidos o bien en otros frutales de hueso. Se indica la que se considera autorización más próxima al objeto del ensayo.

Las variables de los respectivos ensayos se originaban en la combinación de estos productos y diferentes cadencias de tratamientos, generalmente semanales o quincenales, excepto en 2003 en que una de las variables consistió en tratar con azufre coincidiendo con otros tratamientos fitosanitarios del agricultor (cuadro 2).

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La figura 6 muestra la salida de las agallas viejas en árboles testigo.

En 2002 las primeras agallas nuevas, las del año en curso, se detectaron la primera semana de abril. Estas agallas se continuaron formando a lo largo de todo este mes, y ya en mayo se observaban los primeros individuos multiplicándose dentro de las agallas. El número de individuos y huevos fue en aumento hasta agosto.

En 2003 la emergencia comenzó a mediados de marzo y en la segunda quincena de abril se detectó la formación de las primeras agallas nuevas, retrasándose una semana respecto al año anterior.

La avivación en 2004, si bien se inicio en las mismas fechas de mediados de marzo, tuvo un progreso más lento, atribuible a unas temperaturas mucho más suaves en primavera y una pluviometría mucho más abundante este año, siendo esto determinante para que la

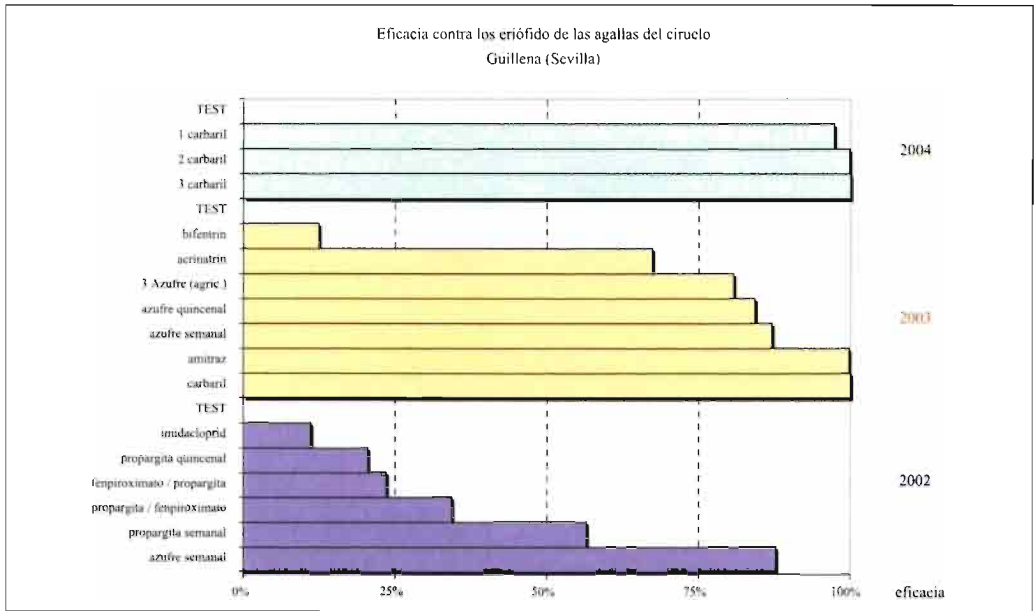


Figura 8. Eficacia del control químico

aviación fuera más escalonada. En la segunda quincena de abril se detectó la formación de las primeras agallas nuevas, coincidiendo con la fecha de las campañas anteriores.

En los datos obtenidos estos 3 años se aprecia que la avivación de los adultos invernantes se inicia cuando la integral térmica sobre 7°C alcanza alrededor de 375°. La curva de emergencia a lo largo de este periodo (fig. 7) se ajusta a una curva polinómica de expresión:

$$y = -0,0002x^2 + 0,3954x - 118,7$$

$$R^2 = 0,9188$$

En 2002, el primer año de ensayos, aunque todos los productos mejoraron al testigo, tan sólo el azufre mostró diferencias significativas con todos los demás, con una eficacia cercana al 84% (fig. 8). Para ello se realizaron tratamientos semanales, hasta un total de nueve, durante el periodo de salida de los individuos invernantes, de marzo a mayo (cuadro 2). Propargita se mostró fitotóxica en las condiciones del ensayo (fig. 9).

En 2003, se buscó por una parte ensayar nuevos productos y por otra reducir el número de aplicaciones de azufre. El menor número de agallas nuevas por ramita se obtuvo realizando tratamientos quincenales (tres en total) con carbaril y amitraz. Se iniciaron el 15 de abril, con un 50% de avivación y coincidiendo con las primeras agallas nuevas, y terminaron el 15 de mayo, con el 100% de avivación. La eficacia en ambos casos fue del 100%, aunque sin diferencias significativas entre éstas materias activas, acrinatrin y azufre en cualquiera de sus aplicaciones. Este último ha ido reduciendo su eficacia conforme lo han hecho el número de aplicaciones, pero aún así fue del 80% en el peor de los casos, la variable de tres aplicaciones coincidentes con sendas intervenciones del agricultor para otros fines. La eficacia de los tratamientos semanales con azufre ha sido del 87%, similar a la anterior campaña.

Comprobada la eficacia del azufre, producto registrado en ciruelo (frutales de hoja caduca) contra eriódidos, en 2004 nos centramos en reducir las aplicaciones de carbaril.

Las distintas estrategias de empleo de carbaril no muestran diferencias significativas entre sí, con eficacias que han ido del 97 al 100%. El mayor interés radica en la eficacia de una sola aplicación de carbaril realizada en torno al 70% de aviación, lo que en la zona de estudio suele producirse cuando la integral térmica sobre 7°C desde el 1 de enero alcanza 700°, hacia finales de abril (fig. 7).

## CONCLUSIONES

En La Vega de Sevilla la salida de los adultos de *Acalitus phloeocoptes*, procedentes de las agallas de invierno, ha comenzado en los tres años de estudio a mediados de marzo. Aunque se pone de manifiesto la influencia de la climatología, puede considerarse que la salida finaliza en la segunda quincena de mayo.

Dado que amitraz ha sido excluido del anexo I de la Directiva 91/414/CEE de 15 de julio, relativa a la comercialización de productos fitosanitarios, las materias activas más interesantes son azufre y carbaril. El primero de ellos precisaría de entre 3 y 8 aplicaciones, aumentando la eficacia con el número de ellas.

Carbaril se ha mostrado muy eficaz con una sola aplicación realizada al 70% de la avivación. Se encuentra registrado en ciruelo (frutales de hoja caduca) contra orugas, con un plazo de seguridad de 7 días, pero no contra eriófidós.



Figura 9. Fitotoxicidad por propargita

## AGRADECIMIENTOS

En la realización de este trabajo hemos contado con la inestimable colaboración de la empresa de PERSICA, S.A. y en especial de José Luis Orero y Antonia Campos. Enrique Porras nos ha ayudado en las tareas de documentación. A todos ellos nuestro agradecimiento.

Este trabajo se ha desarrollado en el marco del convenio de colaboración suscrito por la Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía y la Asociación de Empresas de Comercio al por mayor y Exportación de Frutas y Hortalizas e Industrias Afines (ASOCIAFRUIT) para el desarrollo del programa de Producción Integrada en Frutales de Hueso.

## ABSTRACT

DURÁN J.M., T. PRATS, A. DE LA ROSA, A. SÁNCHEZ, M. ALVARADO. 2006. Control of *Acalitus phloeocoptes* Nalepa (Acarina: Eriphyiidae), plum gall mite, in Seville. *Bol. San. Veg. Plagas*, 32: 71-78.

In some plums orchards in Seville (southern Spain), the plum gall mite *Acalitus phloeocoptes* Nalepa (Acarina: Eriphyiidae), is a serious problem. For a three years period, its biology and chemical control strategies have been studied. Adults emerge from winter galls about the middle of March. Even when the climate affect, it can be considered that emergence ends at the second fortnight of May. After a series of trials, the more interesting active ingredients under our circumstance are sulphur and carbaril, considering that amitraz, very useful, has been exclude from the annex I of the Directive 91/414/CEE of July the 15<sup>th</sup>. Sulphur needs three to eight treatments, increasing efficacy with the

number. Carbaril is very effective with just one treatment at 70% of hatching. In our area this happens about the end of April, at 700 day degrees (base 7degreesC) from January first.

**Key words:** *Acalitus phloeocoptes*, biology, plum, chemical control.

#### REFERENCIAS

- ANÓNIMO. 1991. Las agallas de las yemas del ciruelo. Región de Murcia. Consejería de Agricultura, Ganadería y Pesca.
- GARCÍA MARÍ, F.; LLORENS CLIMENT, JM; COSTA COMELLES, J; FERRAGUT PEREZ, F. 1991. Ácaros de las plantas cultivadas y su control biológico. Pisa Ediciones.
- GARCÍA MARÍ, F; COSTA COMELLES, J; FERRAGUT PÉREZ, F., 1994. Plagas Agrícolas. *Phytoma*.
- GUSHINA, N.J.; GAR, K.A.; GULIDOVA, L.A.; ABELENTSEVA, N.V., 1976. Tests on the control of the gall mite. *Zashchita Rastenii*, (7).
- IMRE, M., 1994. Data on the biology of *Acalitus phloeocoptes* Nalepa (Eriophyidae, Acarina). *Novenyvedelem*, 30(12).
- LACASA, A; TORRES, J.; MARTÍNEZ, M.C., 1990. *Acalitus phloeocoptes* (Nalepa) (Acarina: Eriophidae) plaga del ciruelo en el Sudeste español. *Bol. San. Veg. Plagas*, 16(1).
- LAFFI, F., 1997. Presenza su susino dell'eriofide delle galle rameali (*Acalitus phloeocoptes*). *L'Informatore Agrario*, 53(6).
- MEZEI, I., 1995. Data on the biology of *Quadrastichus* (*Myiomisa*) *sajoi* (Szelenyi) (Hymenoptera: Chalcidoidea). *Novenyvedelem*, 31(5).
- STEFANO, M. DI, 1971. Contributions to knowledge of Eriophyid mites. II. *Phyllocoptes phloeocoptes* (Nal.) n.comb. var. *persicae*, var.n., a gall-forming mite of peach (*Prunus persica*) Stockes. *Marcellia*, 37(1/2).
- STERNLICHT, M.; GOLDENBERG, S.; COHEN, M., 1974. Development of the plum gall and trials to control its mite, *Acalitus phloeocoptes* (Eriophyidae, Acarina). *Annales de Zoologie, Ecologie Animale*, 5(3).
- TALHOUK, A.S., 1977. Contribution to the knowledge of almond pests in East Mediterranean countries. VI. The sap-sucking pests. *Zeitschrift fur Angewandte Entomologie*, 83(3).
- WEI, Y.L.; CHEN, X.R.; LIN, S.J., 1991. Occurrence and control of the apricot bud gall. *Gansu Nongye Daxue Xuebao*, 26(1).

(Recepción: 13 diciembre 2005)

(Aceptación: 26 diciembre 2005)



## Estudios sobre *Resseliella oleisuga* (Targioni-Tozzetti, 1886) (Diptera: Cecidomyiidae), mosquito de la corteza del olivo, en la provincia de Sevilla

M. ALVARADO, J.M. DURÁN, M.I. GONZALEZ, N. JIMÉNEZ, A. SERRANO

El Mosquito de la corteza, *Resseliella oleisuga* (Targioni-Tozzetti, 1886) (Diptera: Cecidomyiidae), es una plaga secundaria del olivar que localmente y en algunas campañas provoca síntomas muy llamativos pero con daños de escasa importancia económica.

Los trabajos se han desarrollado durante los últimos cuatro años en la Campiña de Sevilla. Para ello se ha puesto a punto la técnica de seguimiento de su biología mediante la provocación de heridas.

A lo largo del año se producen dos periodos de actividad: en primavera con dos generaciones, y posibilidad de una tercera, y en otoño con una generación de población más reducida. Las generaciones primaverales tienen una duración de unos 40 días. Los adultos realizan la puesta en heridas no cicatrizadas y las larvas se alimentan entre la corteza y la madera llegando a cortar el flujo de savia provocando la seca de las ramas finas a partir de la zona de colonización. La pupa se desarrolla en el suelo, en el interior de un capullo terroso.

La fauna auxiliar encontrada incluye al fitoseido *Typhlodromus athenas* y a los himenópteros *Eupelmus hartigi* e *Inostemma* spp.

M. ALVARADO, J.M. DURÁN, M.I. GONZALEZ, A. SERRANO. Laboratorio de Sanidad Vegetal de Sevilla, Consejería de Agricultura y Pesca, Junta de Andalucía. Apdo. 121. 41089-Montequinto (Sevilla).  
N. JIMÉNEZ. Convenio CAP-OPRACOL. Avda. San Francisco Javier, 9. 41018 Sevilla.

**Palabras clave:** Biología, daños, *Eupelmus hartigi*, *Inostemma* spp., olivo, *Resseliella oleisuga*, *Typhlodromus athenas*.

### INTRODUCCION

El cultivo del olivo en Andalucía occidental, a lo largo de siglos, ha ido alcanzando una situación en la que sólo alguna plaga tenía verdadera importancia, como la mosca del olivo y en menor medida el prays, en tanto que un gran número de fitófagos convivían sin daños económicos relevantes. Este escenario se está viendo alterado con la introducción de nuevas prácticas agronómicas, lo que conlleva que algunos de estos insectos y ácaros estén alcanzando el estatus de plaga, o puedan hacerlo. En este contexto

nos planteamos profundizar en el conocimiento de las plagas secundarias.

El mosquito de la corteza del olivo, *Resseliella oleisuga* (Targioni-Tozzetti, 1886) (Diptera: Cecidomyiidae) (figura 1), ha tenido con anterioridad diferentes sinonimias: *Diplosis oleisuga*, *Clinodiplosis oleisuga*, *Thomasiniana oleisuga* (COUTIN *et al.*, 1986).

Su presencia se ha referido en prácticamente todos los países de la cuenca mediterránea, como España, Francia, Italia, Grecia, Líbano, Siria, Palestina, Marruecos, Yugoslavia (ARGIRIOU *et al.* 1973), Malta (SKUH-



Figura 1. Adultos, macho izq. y hembra dcha.



Fig. 2. Galería de alimentación

RAVA, 2002), Jordania y Montenegro (COUTIN *et al.*, 1986). Principalmente ataca a la especie *Olea europaea* L. pero también ha sido observado en otras oleáceas como *Phillyrea* y *Fraxinus*. (COUTIN *et al.*, 1986).

La mayoría de los autores la describen como una plaga secundaria del olivar que, aunque generalmente no produce daños económicos, en casos puntuales con disposición de heridas donde realizar la puesta, condiciones climatológicas favorables y en plantaciones de olivos jóvenes, puede convertirse en una plaga importante. Se recogen casos de ataques severos en Siria (ARAMBOURG *et al.*, 1966), Grecia (ARGIROU *et al.*, 1973) e Italia (BROGI *et al.*, 1987).

El objetivo del presente trabajo es estudiar su biología en nuestras condiciones para poder plantear, llegado el caso, una estrategia de control.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Los estudios se ha desarrollado durante un periodo de 4 años, desde la primavera de 2002 hasta finales del verano de 2005, fundamentalmente en una parcela de la Campiña de Sevilla (Puebla de Cazalla). Esta parcela presenta una mezcla de variedades entre las que se han elegido, por su menor porte, árboles de la variedad Manzanillo.



Figura 3. Huevos bajo la corteza



Figura 4. Larvas pequeñas (blancas)

Para propiciar la puesta se puso a punto una técnica consistente en realizar cada 7-21 días un número variable de heridas superficiales (80-100), de 1 a 2 cm de longitud y con una separación entre sí de 1 cm, empleando para ello una navaja. En cada ocasión se escogía un árbol nuevo y se repartían en diferentes ramas de 1-2 cm de diámetro.

Los controles se realizaban semanalmente. Para ello se recogía, por cada una de las fechas en que se habían realizado heridas en las 8 semanas anteriores, una rama (o parte de ella) con 10 heridas. Las diferentes ramas se llevaban al laboratorio donde se observaban bajo binocular y se anotaba la tasa de ocupación, la evolución de las generaciones y la posible acción de fauna auxiliar.

De manera complementaria se evolucionaron en laboratorio larvas grandes, en pequeños tubos de cristal, para obtener pupas y adultos, tanto del mosquito como de sus posibles parásitos.

Dada la complejidad de seguir el estado de pupa en condiciones de campo, para



Fig. 5. Pupa y exuvia extraídas del capullo terroso

conocer la duración de este estado y las condiciones más favorables de su evolución se estudió en laboratorio. Durante junio y julio se colocaron varios grupos de larvas grandes en diferentes botes de vidrio, bien con papel húmedo en el fondo, con tierra tamizada, seca y humedecida, o incluso sin substrato alguno. Las larvas se obtenían, bien durante

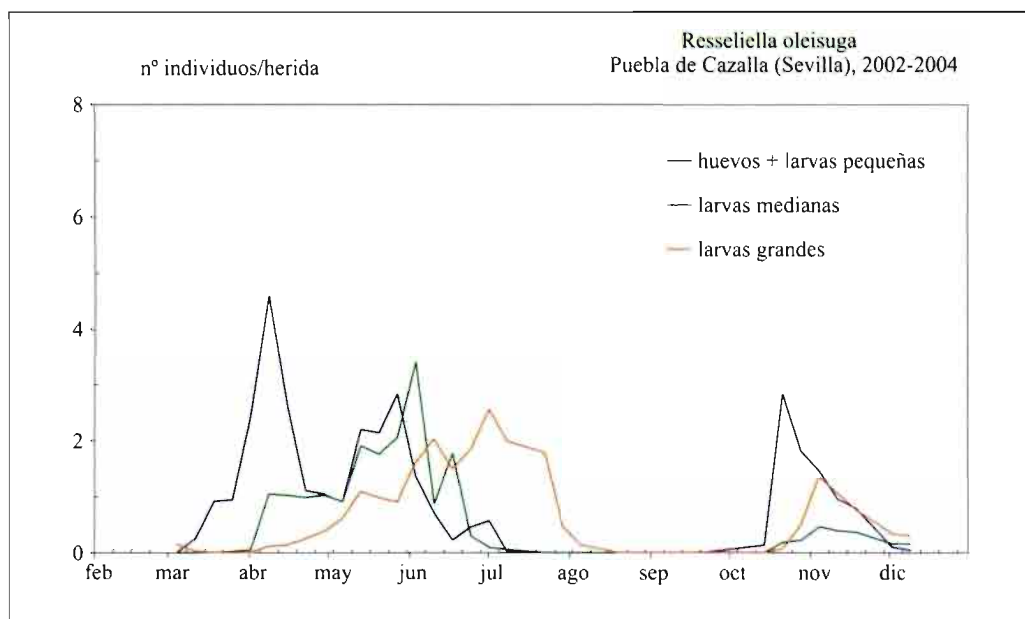


Fig. 6. Biología

los conteos en laboratorio o bien mediante trozos de ramas de unos 15 cm, con heridas ya colonizadas, que se colocaban verticalmente en los citados botes tapados con una malla mosquitera. Cuando las larvas se tiraban al fondo se recogían y eran colocadas en botes de cristal más pequeños, con algo de tierra en el fondo.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La metodología empleada, y especialmente la forma en las que se realizaron las heridas, se han mostrado muy eficaces, resultando éstas muy atractivas al adulto para la puesta, colonizándose las heridas profusamente (figura 2). No obstante en algunas ocasiones pueden mezclarse con ataques de *Euzophera pinguis*.

El periodo de receptividad de las heridas en nuestras condiciones ha estado en torno a 3 semanas, durante el cual las hembras del mosquito han ubicado las puestas protegidas en el interior de las heridas, realizándola en grupos de 20 a 40 huevos (figura 3). La ocupación se ha iniciado a primeros de marzo, por mediación de los adultos evolucionados de las larvas invernantes que habían iniciado su ciclo el anterior otoño.

La duración desde la oviposición hasta que las larvas abandonan las galerías, en las condiciones más favorables del nuestro estudio, primavera y ramas de pequeño calibre de la variedad Manzanillo, puede estimarse en 18-22 días. No descartamos una variación en este plazo dependiendo del substrato vegetal, al igual que se aprecia una mayor supervivencia larvaria, durante los periodos adversos, en ramas de mayor calibre y variedades más carnosas, como Gordal. Este plazo viene a coincidir con otros estudios, ya que SHAZLI *et al.* (1979) estima el periodo de vida larvaria en 17,7 días, en tanto que para BROGI *et al.* (1987) evolucionan desde huevo en 21-35 días (figura 4).

La evolución en laboratorio de larvas grandes reveló que, en estas condiciones, se envuelven en tierra formando una pequeña cápsula terrosa ovalada, donde se desarrolla-

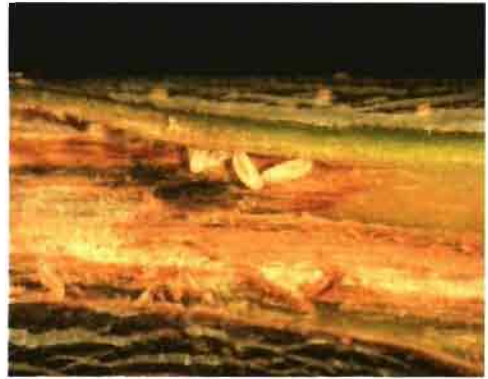


Figura 7. Larvas pequeñas bajo la corteza

rá la pupa (figura 5). El adulto, al romper esta cápsula para emerger, deja la exuvia adherida en el borde. Hemos estimado en condiciones de laboratorio un periodo de pupación de 8-10 días, lo que viene a coincidir con otros autores como COUTIN *et al.* (1986) y SHAZLI *et al.* (1979).

Podemos establecer que en nuestras condiciones la duración de cada una de las generaciones es de aproximadamente 40 días, alargándose la duración del estado larvario en otoño y consecuentemente la generación.

En nuestra zona la actividad de esta plaga se desarrolla en dos periodos (figura 6), uno amplio en primavera, de marzo a julio, y otro más corto en otoño, de octubre a noviembre, mientras que en verano e invierno cesan por completo, manteniéndose durante estos periodos latentes con muy bajas poblaciones, en estado de larva grande localizadas en las heridas de las ramas de mayor envergadura.

En la comarca de estudio, si durante el periodo de primavera se dan condiciones de disponibilidad permanente de heridas, se desarrollan 2 generaciones, las cuales llegan a solaparse. Si el verano es benigno podría desarrollarse una tercera generación. En otoño se desarrolla una sola generación, a partir de mediados de octubre, la cual pasa el invierno como larva grande en el interior de las heridas. Cuando llega la primavera estas larvas se tiran al suelo y pupan, efectuando



Figura 8. Daño en brote



Figura 9. Síntomas generales, ramitas secas

ya en marzo la primera puesta que dará lugar a las generaciones de primavera.

Los datos disponibles al respecto son muy variables, ya que de una sola generación hablan ARGYRIOU *et al.* (1973) en Creta y DE ANDRÉS (1991), en tanto que COUTIN *et al.* (1986) se refiere a dos generaciones, una en primavera y otra en verano, SHAZLI *et al.* (1980) sugiere más de dos y BROGI *et al.* (1987) dicen que en la Toscana italiana se suceden 3-4 generaciones desde principios de mayo a finales de octubre. CIVANTOS (1999) dice que en general tiene dos generaciones, una en primavera y otra en verano.

En laboratorio se observó que las mejores condiciones para la evolución de larva a adul-

to son en presencia de tierra húmeda. Si bien no es imprescindible, garantiza un porcentaje de evolución muy elevado, por encima el 70%.

A raíz de esta evolución de larvas en laboratorio apareció un segundo cecidómido, cuyas larvas pasan desapercibidas entre las del *R. oleisuga*, pero no así el adulto, claramente diferenciable. Fue identificado como perteneciente al género *Parallelodiplosis* por N. Wyatt del Natural History Museum de Londres en el marco del convenio de colaboración entre el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación y la Universidad Politécnica de Madrid para la identificación de artrópodos nocivos de los vegetales. Es posible que se trate de un oportu-

Figura 10. Larva de *Eupelmus* depredando larvas de *Resseliella*Figura 11. Macho de *Eupelmus*



Figura 12. Evolución de la pupa de *Inostemma*



Figura 13. Hembra de *Inostemma*

nista que se alimente de hongos, como se cita de este género.

Las larvas del mosquito de la corteza se alimentan del cambium (figura 7) provocando la necrosis en dicha zona y cortando el flujo de savia a la parte superior del brote o rama fina, originando su muerte (figura 8). Si afecta a ramas de diámetro superior, éstas no suele morir excepto si el daño circunda totalmente el perímetro, pero en cualquier caso quedan debilitadas. En nuestro estudio todas las puestas se han asentado en heridas previas, de origen y características diversas.

La sintomatología más abundante se caracteriza por la presencia en los árboles afectados de ramitas secas (figura 9), lo que en ocasiones lleva a confundirlo con síntomas de ataque del hongo *Botryosphaeria ribis*, si bien en este caso no aparecen heridas o galerías.

En cuanto a la fauna auxiliar hay que destacar que en todas las heridas recién colonizadas por el mosquito aparecen rápidamente fitoseidos, los cuales realizan la puesta en la galería y ejercen una clara depredación sobre los huevos y las larvas, conforme van quedando accesibles. De las dos especies detectadas se ha podido determinar una de ellas, *Typhlodromus athenas*. ARAMBOURG (1966) cita al género *Pyemotes* depredando larvas en crecimiento, pero aunque esta especie se ha encontrado en los olivares de la zona actuando sobre huevos de *Cicada orni* (GON-

ZÁLEZ *et al.*, 1988) no se ha encontrado en las heridas colonizadas por *R.oleisuga*.

En los meses de mayo y junio aparece con frecuencia larvas y ninfas de himenópteros parasitando larvas de mosquito. Tras su evolución en laboratorio fueron determinados por M<sup>o</sup> Jesús Verdú en el marco del citado convenio. El primero de ellos se trata de *Eupelmus hartigi* (Hym.: *Eupelmidae*), un ectoparásito de las larvas del mosquito citado por ARGIRIOU *et al.* (1973) parasitando en un pequeño porcentaje en Creta (figuras 10 y 11). Un segundo parásito detectado en el proceso de evolución de las larvas fue igualmente identificado como perteneciente al género *Inostemma* sp. (Hym.: *Platygastridae*). Este género aparece descrito como endoparásito en diferentes especies de cecidómidos, a los cuales parasita en el estado de huevo, pero cuya larva endoparásita no evoluciona hasta el final del desarrollo del huésped. En nuestro caso se detecta al pupar, lo que hace dentro de la larva de mosquito de última edad, modificada hasta parecer un barrilete (figura 12). Es una característica morfológica muy peculiar de este género el que las hembras tienen una protuberancia dorsal en forma de cuerno que surge del primer tergito abdominal y que se considera actúa como receptáculo para el largo ovipositor (figura 13). BROGI *et al.* (1987) citan dentro de la misma familia los géneros *Leptacis* sp. y *Platygaster* sp. como fauna parásita del mosquito.

Nuestra metodología de trabajo, en especial el reducido diámetro de las ramas donde se producían las heridas, no permite evaluar la importancia del control natural. La presencia del fitoseido es generalizada, en tanto que la de los himenópteros es más errática.

La incidencia de esta plaga en nuestra zona, en las actuales circunstancias, es reducida. Su presencia es frecuente pero sin afectar a la producción. Las circunstancias de mayor riesgo se dan en plantaciones nuevas ante la presencia de heridas como las que pueden provocar el granizo, las heladas o el empleo de medios mecánicos de recolección.

## CONCLUSIONES

La incidencia de *Resseliella oleisuga*, el mosquito de la corteza del olivo, en nuestra zona y en las actuales circunstancias, es reducida. Su presencia es frecuente pero sin afectar a la producción. Muestra dos periodos de actividad: en primavera con dos generaciones, y posibilidad de una tercera, y en otoño con una generación de población más reducida. Las generaciones primaverales tienen una duración de unos 40 días.

Los adultos realizan la puesta en heridas no cicatrizadas, las cuales se mantienen

receptivas durante unas 3 semanas desde su origen. Las larvas se alimentan entre la corteza y la madera llegando a cortar el flujo de savia y provocando la seca de las ramas finas a partir de la zona de colonización. La pupa se desarrolla en el suelo, en el interior de un capullo terroso.

En las galerías se detecta la presencia de otro cecidómido, *Parallelodiplosis* spp.

La fauna auxiliar encontrada incluye al fitoseido *Typhlodromus athenas* y a los himenópteros *Eupelmus hartigi* e *Inostemma* spp.

## AGRADECIMIENTOS

En la realización de este trabajo hemos contado con la inestimable colaboración del agricultor Diego Cobos y de nuestro compañero Enrique Porras, quien nos ha ayudado en las tareas de documentación. A ambos nuestro agradecimiento.

Este trabajo se ha desarrollado en el marco del convenio de colaboración suscrito por la Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía y la Organización de Productores de Aceite de Oliva y Aceitunas de Mesa de Sevilla (OPRACOL) para el desarrollo del programa de Producción Integrada en el cultivo del Olivar.

## ABSTRACT

M. ALVARADO, J.M. DURÁN, M.I. GONZÁLEZ, N. JIMÉNEZ, A. SERRANO. 2006. Studies on *Resseliella oleisuga* (Targioni-Tozzetti, 1886) (Diptera: Cecidomyiidae), olive bark midge, in Seville (Spain). *Bol. San. Veg. Plagas*, **32**: 79-86.

The olive bark midge *Resseliella oleisuga* (Targioni-Tozzetti, 1886) (Diptera: Cecidomyiidae), is a secondary pest of olives that, some years, can locally cause eye-catching symptoms with low economical damage. Studies have been carried out for a 4 years period in Seville (southern Spain). The method to study its biology has consist in artificial handmade wounds. There are two activity periods in the year: in spring with two generations, and the possibility of a third one, and autumn with a reduced generation. The spring generations last around 40 days. Adults lay eggs in not cicatrised wounds and larvae feed under the bark, getting to cut off the sap flow and the branches dried. Pupae occurs into an earthy cocoon in the soil. Natural enemies in the area includes the phyto-seiid *Typhlodromus athenas* and the himenoptera *Eupelmus hartigi* and *Inostemma* spp.

**Key words:** biology, damage, *Eupelmus hartigi*, *Inostemma* spp, olive, *Resseliella oleisuga*, *Typhlodromus athenas*.

## REFERENCIAS

- ARAMBOURG, Y.; ELANT, H., 1966. Note sur *Dasyneura oleisuga* (Dip. Cecidomyiidae) cecidomyies nuisibles à l'olivier en Syrie. *Ann. Soc. Ent. Fr.*, 1966, **2**: 719-730.
- ARGYRIOU, L.C.; MARAKIS, B., 1973. Some data on olive midge *Clinodiplosis oleisuga* Targ. (Diptera : Cecidomyiidae) in Crete. *Annales de l'Institut Phytopathologique Benaki*, **10** (4): 364-368.
- BROGI, P. ; GALLIGANI, L., 1987. *Il moscerino suggis-corza dell'olivo. Informatore fitopatologico*, **37**(12): 19-22.
- CIVANTOS LÓPEZ-VILLALTA, M., 1999. Control de Plagas y Enfermedades del olivar. Consejo Oleícola Internacional, Madrid, 1999: 77-80.
- COUTIN, R.; KATLABI, H. 1986. Diptères *Cecidomyiidae*. En: Y. Arambourg (Dir.), *Traite d'entomologie oleicole*. Coseil Oleicole International, Madrid, 1986: 104-109.
- DE ANDRÉS CANTERO, F., 1991. Enfermedades y Plagas del olivo (2ª Ed.) Riquelme y Vargas Ediciones, S.L., Jaén, 1991: 392-396.
- GONZÁLEZ, M.I.; ALVARADO, M; SERRANO, A.; DURÁN, J.M.; DE LA ROSA, A., 1998. Estudios sobre *Cicada* sp. (Homoptera: Cicadidae) en olivo. *Bol. San. Veg. Plagas*, **24**: 803-816.
- SHAZLI, A.; MOSTAFA, T. M., 1979. Studies on the morphology and cycle of *Thomasiniana oleisuga* Targ. (Dipt., Cecidomyiidae) in Jordan. *Zeitschrift fur Angewandte Entomologie*, **88**(1): 80-87.
- SHAZLI, A.; MOSTAFA, T. M., 1980. Frequency of *Thomasiniana oleisuga* Targ. (Dipt., Cecidomyiidae) and its parasites and predators in Amman, Jordan. *Zeitschrift fur Angewandte Entomologie*, **89**(3): 269-277.
- SKUHRAVA, M.; SKUHRAVY, V.; EBEJER, M.J., 2002. Gall midges (Diptera: Cecidomyiidae) of Malta. *Entomologica*, **36**: 25-43

(Recepción: 13 diciembre 2005)

(Aceptación: 26 diciembre 2005)



## Contribución al conocimiento de *Polydrusus xanthopus* (Gyllendhal, 1834) (Coleoptera: Curculionidae), otiorrinco verde del olivo, en la provincia de Sevilla

M. ALVARADO, J. M. DURÁN, N. JIMÉNEZ, A. SERRANO, A. DE LA ROSA

En diversas parcelas de olivar de la provincia de Sevilla venían observándose daños en las hojas similares a los ocasionados por el otiorrinco negro, *Otiorrhynchus cribricollis*, que posteriormente se comprobó que estaban ocasionados por otra especie de curculiónido desconocida en nuestra zona, *Polydrusus xanthopus* (Gyllendhal, 1834) (Coleoptera: Curculionidae). Durante tres años se han estudiado diferentes aspectos de esta especie como su biología, comportamiento, daños que ocasiona y distribución en el olivar de la provincia de Sevilla.

Los adultos, con actividad diurna y capacidad voladora, emergen del suelo y suben a los brotes para alimentarse durante los meses de marzo a junio. Realizan la puesta en plastrones, protegidos entre dos hojas. Las larvas se encuentran asociadas al sistema radicular más fino, en los 25 cm superficiales. Pupan en esa misma zona, al principio de la primavera, dentro de una cápsula terrosa. En las condiciones de estos trabajos, este curculiónido desarrolla una sola generación al año, pasando el invierno en forma de larva.

Su presencia en nuestra zona es bastante frecuente, si bien el adulto suele pasar desapercibido y los síntomas se confunden y solapan parcialmente con los ocasionados por el otiorrinco negro. Los daños que produce el que denominamos otiorrinco verde, no suelen ser de entidad por lo que sólo cabría combatirlos en casos muy puntuales, como cuando se concentran altas poblaciones de adultos en plantones.

M. ALVARADO, J. M. DURÁN, A. SERRANO, A. DE LA ROSA. Laboratorio de Sanidad Vegetal de Sevilla, Consejería de Agricultura y Pesca, Junta de Andalucía. Apdo. 121. 41089-Montequinto (Sevilla)

N. JIMÉNEZ. Convenio CAP-OPRACOL. Avenida San Francisco Javier, 9. 41018-Sevilla.

**Palabras clave:** biología, daños, olivo, *Otiorrhynchus cribricollis*, *Polydrusus xanthopus*.

### INTRODUCCIÓN

El olivar es uno de los cultivos más significativos de Andalucía, tanto por la superficie que ocupa como por las implicaciones sociales que conlleva, sean éstas económicas, culturales o medioambientales. El hecho de ser un cultivo implantado durante siglos conlleva el haber ido alcanzando un equilibrio que en algunos casos se está viendo alterado, debido a la intensificación en su

producción, aumento de la densidad de plantación, utilización del riego, implantación de nuevas técnicas de manejo del suelo y de la vegetación espontánea, incremento de los tratamientos fitosanitarios,... Una de las consecuencias de estos cambios es el incremento de importancia de algunas plagas habitualmente secundarias.

En este contexto consideramos necesario ampliar el conocimiento de aquellos fitófagos de importancia menor para, en lo posible, no



Figura 1. Adulto

alterar los elementos que los mantienen en dicho estatus. Es el caso de este curculiónido que hemos denominado "otiorrinco verde", por la relativa similitud en su apariencia y en los síntomas que produce, con el más conocido *Otiorrhynchus cribricollis* Gyll. A pesar de que su presencia en nuestra zona es generalizada, apenas es conocido por los agricultores e incluso por los técnicos de campo.

## OBJETIVO

Contribuir al conocimiento del otiorrinco verde, *Polydrusus xanthopus* Gyll. (Coleoptera: Curculionidae) su descripción, biología y valoración de daños en el olivar de la provincia de Sevilla.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Los estudios han abarcado tres campañas, desde la primavera de 2003 hasta el verano de 2005. El seguimiento de poblaciones se ha realizado fundamentalmente en el término municipal de Puebla de Cazalla (Sevilla), en plantaciones de olivar de la variedad verdial de 15-20 años, con riego por goteo y suelo arcillo-limoso.

Los primeros trabajos consistieron en ubicar los diferentes estados de desarrollo así como en poner a punto un sistema de muestreo. Para el seguimiento de la población en el suelo, desde principios de año se han pro-

cesado in situ la tierra de los 20-25cm superficiales del suelo de 4 a 6 árboles, en la zona radicular próxima a los goteros, hasta alcanzar alrededor de 50 individuos de cualquiera de los estados de desarrollo.

El seguimiento de los adultos se ha iniciado en cada campaña con la aparición de las primeras ninfas en el suelo. Se realizaban muestreos en la copa y los rebrotes de 15 árboles previamente marcados, para ello semanalmente se zarandeaba una rama de cada uno. Los adultos se recogían en una bandeja (35x50cm), se contabilizaban y posteriormente se liberaban. Esta operación debe hacerse con celeridad dado que rápidamente emprenden el vuelo.

Para el seguimiento del periodo de puesta, desde la detección del primer adulto en cada campaña se muestrearon las copas de los árboles marcados.

## RESULTADOS

*Polydrusus xanthopus* (Coleoptera: Curculionidae) fue descrito por Gyllenhall en 1834. El género *Polydrusus* se encuentra dentro de la subfamilia *Brachyderinae*, si bien la especie que nos ocupa ha sido considerada por algunos autores como los subgéneros *Eustolus* (PORTEVIN, 1935) y *Chomatocrytus* (HOFFMAN, 1950). En nuestro caso ha sido determinado por Miguel Ángel Alonso de Zarazaga en el marco del convenio de colaboración entre el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación y la Universidad Politécnica de Madrid para la identificación de artrópodos nocivos de los vegetales.

Las referencias bibliográficas son muy escasas y en algunos casos incorrectas. La más completa corresponde a HOFFMAN, 1950. Este autor cita su presencia en España, Portugal, Argelia y Marruecos, en este último caso en olivo dañando los bordes de las hojas. ARAMBOURG (1985) lo considera presente en España, pero no así en el resto de la cuenca mediterránea.

En España fue descrita como nueva especie con la denominación de *Polydrosus martinezii* por PÉREZ ARCAS (1865), con indivi-

duos recogidos en los alrededores de Madrid, donde dice se encuentran en grandísima abundancia. Como *P. xanthopus* lo cita NAVARRO PÉREZ (1923), quien lo considera muy frecuente en España. Sus trabajos se desarrollan en Toledo, donde afectan las brotaciones de unos olivos desmochados, aunque no le otorga carácter de plaga más que excepcionalmente. Posteriormente aparece en la obra de DE ANDRÉS CANTERO (1991), quien recoge la información de HOFFMAN (1963) y NAVARRO PÉREZ (1923).

Como resultado de la prospección realizada en la provincia de Sevilla, se ha detectado en todas las comarcas, independientemente del tipo de suelo, variedad y manejo (riego, laboreo,...) No obstante su presencia, referi-

da a parcelas, es muy variable y siempre menor que la de *O. cribricollis*. Hay que señalar que puede pasar desapercibido debido al mimetismo de los adultos con las hojas del olivo (Fig. 1).

Debido a la similitud de los daños de *P. xanthopus* con los de *O. cribricollis*, así como su coincidencia en cuanto a la aparición de los adultos en primavera, vemos conveniente resaltar las diferencias tanto morfológicas como biológicas de esta plaga secundaria.

A diferencia del otiorrinco negro, el cual realiza la puesta en el suelo, *P. xanthopus* la efectúa en las hojas, en grupos de 25-70 huevos que forman un plastón recubierto de seda blanca. Una segunda hoja los cubre.



Figura 2.a. Hojas adheridas



Figura 2.b. Hojas separadas



Figura 2.c. Huevos llenos



Figura 2.d. Huevos eclosionados

Figura 2. Puesta (composición de 4 imágenes)



Figura 3. Larvas



Figura 4. Ninfa

quedando firmemente adherida a la primera por el envés. Los huevos tienen un tamaño medio de 0,05 x 0,2 mm., son de color blanquecino-amarillento y más tarde viran a marrón (Fig. 2)

Al eclosionar, las larvas se dejan caer al suelo, profundizando hasta alcanzar el sistema radicular más fino del olivo. La mayoría de las larvas se encuentran entre los 2 y 10 primeros centímetros del suelo. Son de color blanco translucido (Fig. 3) aunque en su máximo desarrollo adquieren cierta tonalidad amarillenta, alcanzando un tamaño máximo de 3,7-5,7 mm.

La ninfosis (Fig. 4) se produce dentro de una cápsula terrosa localizada preferentemente en los dos primeros centímetros del suelo.

Se diferencian de las ninfas del otiorrinco negro por un menor tamaño (3,5-5,1 mm.)

Los adultos recién evolucionados presentan una coloración marrón (Fig. 5), pero al emerger del suelo ya han alcanzado su color característico, un verde de aspecto brillante (Fig. 6) y tonos irisados. Poseen el segundo par de alas aptas para el vuelo, lo que no ocurre en el caso de *O. cribricollis*, del que se diferencia también por encontrarse ambos sexos, ya que del otiorrinco solo se conocen hembras. Los machos (5-5,5 mm.) son ligeramente más pequeños que las hembras (6-6,5 mm.), siendo en cualquier caso más pequeños que el otiorrinco negro.

El otiorrinco verde pasa el invierno en forma de larva en el suelo (Fig. 7). Los indi-



Figura 5. Adulto recién evolucionado (marrón)



Figura 6. Adulto de color verde

viduos más precoces alcanzan su mayor desarrollo a mediados de febrero, si bien se encuentran larvas en el suelo hasta primeros de abril. El periodo de ninfosis dura algo menos de un mes, y los primeros adultos, de color marrón, se detectan aún enterrados a partir de la segunda semana de marzo. La emergencia continúa a lo largo del mes de abril, finalizando a primeros de mayo. La presencia de adultos en la copa del árbol se mantiene hasta primeros de junio en que cesan sus capturas. El resto del año no hay presencia de adultos en las parcelas.

La puesta se inicia al poco tiempo de la salida de los primeros adultos y se mantiene durante todo el periodo de vuelo, finalizando a finales de mayo. Las larvas neonatas se tiran al suelo donde evolucionarán durante un año. Se ha observado que condiciones climatológicas adversas, como el frío extremo en invierno, pueden influir ralentizando la evolución de las larvas.

En las condiciones de estos trabajos, este curculiónido desarrolla una sola generación

al año, con poblaciones de adultos durante un periodo de tres meses que va desde primeros de marzo a primeros de junio.

Los adultos se mantienen activos durante las horas de luz, difiriendo por tanto del otiorrinco negro, de actividad exclusivamente nocturna (ALVARADO *et al.*, 1998). Se alimentan preferentemente de hojas tiernas de la copa aunque también se encuentran en los rebrotes. Este síntoma en hoja es muy similar al que produce el adulto de *O. cribricollis*, aunque los festoneados producidos en la alimentación son más pequeños, y siguen el borde de la hoja de una forma más homogénea y simétrica (Fig. 8).

Las larvas por su parte se alimentan de las raíces finas del olivo (Fig. 9). Aunque es difícil estimar el daño producido por esta alimentación, en las actuales condiciones no parece ser un factor limitante para el crecimiento del olivo.

No se han encontrado parásitos, pero en las parcelas estudiadas abundan los predadores de suelo como las arañas, observándose

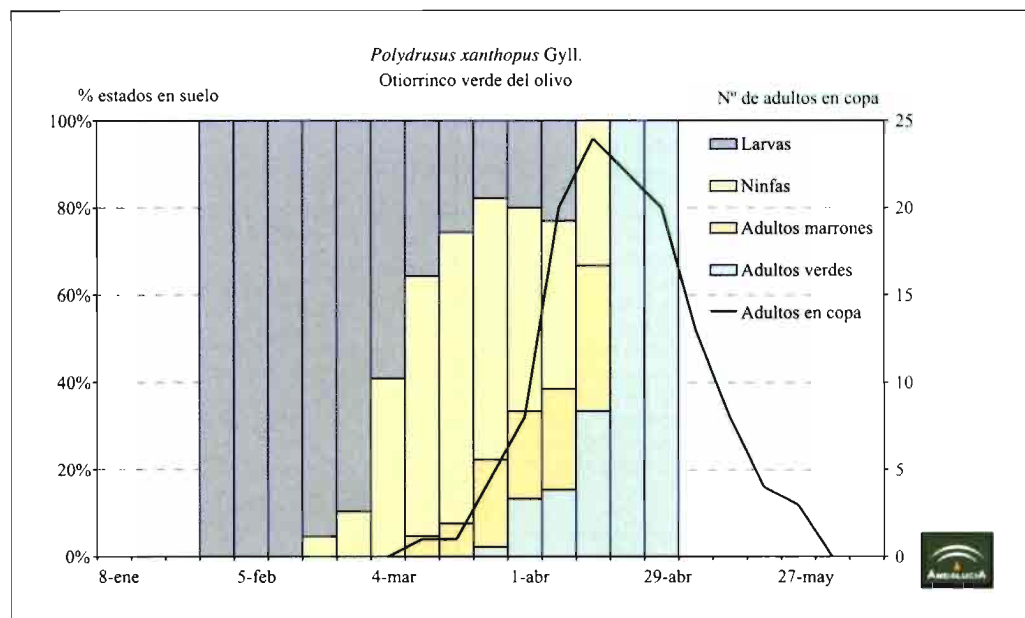


Figura 7. Ciclo biológico



Figura 8. Síntomas en hojas



Figura 9. Larvas en el sistema radicular

se restos de adultos al pie de los olivos. Las plantas quedan muy protegidas, no habiéndose observado ningún tipo de predación.

## AGRADECIMIENTOS

En la realización de este trabajo hemos contado con la inestimable colaboración del agricultor Rafael Gordillo y de nuestro compañero Enrique Porras, quien nos ha ayuda-

do en las tareas de documentación. A ambos nuestro agradecimiento.

Este trabajo se ha desarrollado en el marco del convenio de colaboración suscrita por la Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía y la Organización de Productores de Aceite de Oliva y Aceitunas de Mesa de Sevilla (OPRACOL) para el desarrollo del programa de Producción Integrada en el cultivo del Olivar.

## ABSTRACT

ALVARADO M., J. M. DURAN, N. JIMÉNEZ, A. SERRANO, A. DE LA ROSA. 2006. Contribution to the knowledge of *Polydrusus xanthopus* (Gyllendhal, 1834) (Coleoptera: Curculionidae), olive green weevil, in Seville (Spain). *Bol. San. Veg. Plagas*, 32: 87-93.

In different olive orchards in Seville (southern Spain), symptoms as those due to *Otiorrhynchus cribricollis*, had being seen. Afterwards we found they were due to another Curculionidae, unknown from our area, *Polydrusus xanthopus* (Gyllendhal, 1834) (Coleoptera: Curculionidae). Its biology, behaviour, damage and distribution have been studied for three years. Adults, with diurnal activity and flight ability, emerge from soil and climb to the shoots, where they feed from March to June. They oviposit in an egg mass between two leaves. Larvae are associated with the finest roots, in the 25 cm bellow the surface. Pupae in the same area, at the beginning of spring, into an earthy cocoon. Completes one generation per year in our conditions and overwinters as larvae into the soil. The presence in our area is frequent even when the adults can be unnoticed and symptoms be mistaken and overlap for those of the olive weevil. Damage don't use to be important, so control have to be only occasionally considered, as in an adults' mass on young olive trees.

**Key words:** biology, damage, olive, *Otiorrhynchus cribricollis*, *Polydrusus xanthopus*.

## REFERENCIAS

- ALVARADO, M.; SERRANO, A.; DURÁN, J. M.; GONZALEZ, M<sup>a</sup>. I.; ROSA, A. de la. 1998. Contribución al conocimiento y control de *Othiorrhynchus cribricollis* Gyll. (Coleoptera: Curculionidae) plaga del olivo. *Bol. San. Veg. Plagas*, **24**: 715-726.
- ARAMBOURG, Y., 1985. La fauna entomológica del olivo. *Olivae*, **5**.
- DE ANDRÉS CANTERO, F., 1991. Enfermedades y Plagas del olivo (2<sup>a</sup> Ed.) Riquelme y Vargas Ediciones, S.L., Jaén.
- HOFFMAN, A., 1950. Faune de France, Coléoptères Curculionides, Vol. 52. Librairie de la Faculté des Sciences, Paris.
- HOFFMAN, A., 1963. Sous-famille Brachyderinae, en BALACHOWSKY, A.S., Entomologie appliquée a L'Agriculture. Tome I, Coléoptères, Second Vol. Masson et Cie. Editeurs, Paris.
- NAVARRO PÉREZ, L., 1923. Las enfermedades del olivo. Ed. Espasa-Calpe, S.A. Madrid
- PÉREZ ARCAS, L., 1865. Insectos nuevos o poco conocidos de la fauna española. Imprenta y Librería de D. Eusebio Aguado, Madrid.
- PORTEVIN, G., 1935. Histoire Naturelle des Coléoptères de France, Tome IV: Rhynchophora. Paul Lechevalier Editeur, Paris

(Recepción: 13 diciembre 2005)

(Aceptación: 30 diciembre 2005)





## Hospedantes de los Potyvirus del melón (*Cucumis melo* L.) en la provincia de Los Santos, Panamá

J. A. HERRERA, J. M. OSORIO, L. C. SALAZAR, O. FERNÁNDEZ (†)

El presente trabajo recoge la determinación de tres importantes virosis del grupo de los Potyvirus que infectan al cultivo del melón de exportación: Papaya ringspot virus-W (PRSV-W), Watermelon mosaic virus-2 (WMV-2) y Zucchini yellow mosaic virus (ZYMV), en diferentes especies hospedantes naturales recogidas en plantaciones comerciales de cinco parcelas ubicadas en la provincia de Los Santos, Panamá, durante el periodo enero-abril de 1999. En estas parcelas se cultiva el melón bajo el sistema de riego por goteo (con fertirrigación y prácticas de manejo integrado).

En cada parcela se muestrearon cinco cuadrantes de 100 m<sup>2</sup> cada uno, haciendo un total de 500 m<sup>2</sup> por parcela. Los cuadrantes se ubicaron en el área de cultivo y en los bordes de la parcela, para abarcar las diferentes comunidades vegetales existentes. Las plantas colectadas en cada cuadrante se identificaron en un 97,2% hasta el nivel de especie y el análisis de las plantas se realizó mediante la técnica DAS-ELISA, para determinar la presencia de los tres virus citados.

Las especies positivas se utilizaron en la inoculación mecánica artificial de melón, verificando de esta manera el resultado. Se identificaron 148 especies de plantas, representadas en 40 familias, en las cinco parcelas. Se determinaron 26 especies, pertenecientes a 11 familias de plantas, positivas por lo menos para uno de los tres virus analizados. Varias especies hospedantes silvestres de estos virus no han sido citadas previamente en la literatura.

La eliminación oportuna de las especies hospedantes alternas, junto con otras prácticas de manejo integrado, puede contribuir a retrasar el desarrollo de la epidemia y reducir las pérdidas producidas por virosis en el cultivo del melón.

(†) En memoria del Dr. Orencio A. Fernández G. (qepd).

J.A. HERRERA. Instituto Agroforestal Mediterráneo, Universidad Politécnica de Valencia, España, Camino de Vera s/n. 46022-Valencia, España. e-mail: joshervs@doctor.upv.es  
J.M. OSORIO, L.C. SALAZAR. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Panamá, Panamá. Estafeta Universitaria. Entrega General. Panamá, República de Panamá.  
O. FERNÁNDEZ (†). Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá, Ciudad del Saber, Clayton, Panamá, 6-4391, El Dorado Panamá, 6A, Panamá

**Palabras clave:** PRSV-W, WMV-2, ZYMV, Virosis, Hospedantes, ELISA.

### INTRODUCCIÓN

El melón (*Cucumis melo* L.) es un cultivo económicamente importante en Panamá con 1449 hectáreas (ha) cultivadas en el 2005 (MIDA, 2005), ocupando la provincia de Los Santos, en el extremo sur de Panamá, el 63,5% de la superficie total cultivada. Las

pérdidas por rechazo en las plantas exportadoras ascienden a 16%, pero además existe otra parte que queda en el campo cuyo estimado es de 24%, haciendo un total de 40%. Uno de los factores de rechazo es el daño ocasionado por enfermedades virales (MIDA, 1998), entre las cuales destacan por ser detectadas con mayor frecuencia las ocasio-

nadas por Papaya ringspot virus-W (PRSV-W), Watermelon mosaic virus-2 (WMV-2) y Zucchini yellow mosaic virus (ZYMV), pertenecientes al género Potyvirus, familia Potyviridae, virus RNA monocatenario, de sentido positivo, los cuales presentan partículas flexuosas alargadas (680-900 x 11 nm) y una única especie polipeptídica en la cápsida (AGRIOS, 1997). La infección viral de los Potyvirus está a menudo asociada con inclusiones intracelulares, citoplasmáticas y nucleares, en forma de molinillo, de haces y de agregados laminares (SMITH *et al.*, 1992). En California han sido citados estos tres Potyvirus (NAMETH, *et al.*, 1986), los cuales también se presentan en Panamá, siendo el PRSV-W el virus del melón más común y de mayor importancia en Panamá (GUERRA *et al.*, 1995; GARCÍA, 1997), estimando la incidencia del virus en un 80-90% en las cucurbitáceas, pudiendo ocasionar pérdidas de más del 75% de la producción (FERNÁNDEZ, 1987). Además, estudios realizados en Costa Rica informan que estos tres virus causaron efectos severos en la producción y calidad de los frutos (RIVERA *et al.*, 1993). Los Potyvirus son transmitidos de forma no persistente por varias especies de áfidos (PURCIFULL *et al.*, 1984a y 1984b; BLUA and PERRING, 1989; RIVERA *et al.*, 1993). No se ha señalado transmisión por semilla de melón (BLANCARD *et al.*, 1991).

Para que ocurra la diseminación de virus transmitidos en forma no persistente es necesario la presencia de fuentes de inóculo primario (MATTHEWS, 1991). THRESH (1981), reconoce a las malezas y a las plantas voluntarias hospedantes de virus que crecen dentro del área de cultivo y alrededores, como fuente importante a partir de las cuales puede ocurrir la introducción de un virus transmitido de forma no persistente al campo de cultivo. Este tipo de transmisión no persistente plantea la necesidad de un control de tipo preventivo dificultando la llegada del vector mediante barreras físicas como el cultivo protegido con plástico, cultivo bajo malla o la utilización, en estos cultivos protegidos, de plásticos y mallas filtrables, ya

que el tratamiento con insecticidas no se muestra eficiente en el control como vector. Se han señalado en la bibliografía otro tipo de medidas como la utilización de plásticos plateados o de acolchados amarillos de los que hay controvertidas opiniones. Sin duda alguna las plantas silvestres pueden constituir un importante reservorio de los agentes virales y su eliminación se hace necesaria por su papel como inóculo primario de estas enfermedades. Se han realizado pocos estudios previos al nuestro para determinar los hospedantes silvestres de estos tres virus en el trópico, como resultado de la transmisión natural de ellos en el campo (ULLMAN *et al.*, 1991; VALDIVIA, 1991; SÁNCHEZ *et al.*, 1998). Este trabajo se realizó con el propósito de identificar las especies de plantas hospedantes alternas de los Potyvirus del melón en el área de cultivo y alrededores, para incluir su eliminación como componente de un programa de control integrado.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA DEL ESTUDIO

La colecta de las plantas se realizó en el periodo enero-abril de 1999, en parcelas de 30, 40, 65, 30 y 35 ha correspondientes a los corregimientos de La Laja (A), San José (B), La Palma (C), Guánico Abajo (D) y Las Cruces (E), respectivamente, ubicadas en la provincia de Los Santos, en el extremo sur de Panamá (Figura 1), con un total de 200 ha en dichas parcelas.

### SELECCIÓN DE LOS CUADRANTES PARA EL MUESTREO

En cada parcela se muestrearon cinco cuadrantes de 100 m<sup>2</sup> cada uno, haciendo un total de 500 m<sup>2</sup> por parcela. Los cuadrantes se ubicaron en el área de cultivo y en los bordes de la parcela, abarcando las diferentes comunidades vegetales existentes.

### COLECTA DE PLANTAS

La colecta de las plantas se realizó utilizando prensas de madera y papel periódico,

manteniendo las muestras en buen estado hasta su identificación taxonómica. Se colectaron aproximadamente 1000 muestras de plantas dicotiledóneas, con ausencia o presencia de síntomas característicos de la infección por Potyvirus. Los ápices de las plantas se deshidrataron en sílica gel hasta su análisis por ELISA.

### IDENTIFICACIÓN TAXONÓMICA DE LAS PLANTAS

Las plantas colectadas, una vez codificadas, fueron identificadas por especialistas de la Universidad de Panamá (UP) y del Smithsonian Tropical Research Institute (STRI), utilizando claves taxonómicas de plantas y herbarios de referencia de estas instituciones. La identificación, a nivel de especie, se realizó en el 97,2% del total de las plantas.

### DAS-ELISA

Double-antibody sandwich enzyme-linked immunosorbent assays (DAS-ELISA) fue realizado según lo descrito por CLARK y ADAMS (1977), utilizando placas (High bind ACC 00950) tapizadas previamente con el antisuero comercial (IgG) del PRSV-W (CAB 53500), WMV-2 (CAB 54000) y ZYMV (CAB 77700), e IgG del PRSV-W (ECA 53000), WMV-2 (ECA 54000) y ZYMV (ECA 77700) conjugado con fosfatasa alcalina (Agdia Incorporated, Elkhart, Indiana, USA). Los ápices de las plantas fueron macerados en una proporción 1:10 (p/v) en tampón general de extracción PBST 1X pH 7,4, conteniendo 2% de polivinilpirrolidona (PVP) y 2% de Tween-20.

Se emplearon controles positivos y negativos para el PRSV-W (LPC 53500 y LNC 53500), WMV-2 (LPC 54000 y LNC 54000) y ZYMV (LPC 77700 y LNC 77700) (Agdia Incorporated, Elkhart, Indiana, USA), además de tampón general de extracción (blanco). Alícuotas de 100 µl de cada muestra y controles fueron añadidas en cada pocillo. Se colocaron 2 repeticiones por placa de cada una de las muestras analizadas, incluyendo los controles. Las placas fueron incubadas toda la noche a 4 °C, y lavadas 6 veces con

tampón PBST 1X pH 7,4, conteniendo 0,8% NaCl y 0,05% Tween-20. Posteriormente, las placas fueron incubadas por 2 h a 37 °C con 100 µl por pocillo de IgG del PRSV-W, WMV-2 y ZYMV conjugado con fosfatasa alcalina, diluido en tampón PBST 1X pH 7,4, conteniendo 0,2% de albúmina de suero bovino (BSA) y 2% de PVP, preparando el conjugado enzimático 10 min antes de añadir el mismo a los pocillos de la placa. Las placas fueron lavadas nuevamente de la manera descrita anteriormente, e incubadas por 60 min con *p*-nitrofenilfosfato (1 mg ml<sup>-1</sup>), en 9,7% de dietanolamina pH 9,8. Las placas fueron cubiertas con papel aluminio para evitar su exposición directa a la luz. Lecturas de absorbancia fueron realizadas a los 30, 45 y 60 min de incubación. OD<sub>405</sub> fue determinada en un lector de ELISA Microwell System 12520 (Organon Teknika Corporation). Las muestras fueron consideradas positivas cuando los valores de absorbancia de ambas repeticiones fue al menos el doble de la absorbancia del control negativo.

### TRANSMISIÓN MECÁNICA ARTIFICIAL

Apices de las plantas que resultaron positivas por ELISA a alguno de los virus analizados fueron utilizados en la inoculación mecánica artificial. Los ápices fueron macerados en una proporción 1:10 (p/v) en tampón de inoculación (tampón fosfato Na/K 0,01M pH 7,2 + bisulfito sódico 0,2% + DIECA 0,2%).

Se inocularon 10 plántulas de melón por cada especie de planta positiva a los virus analizados. La inoculación se realizó sobre hojas cotiledonales de las plántulas de melón, previamente espolvoreadas con carborundum (600 mesh). Como control negativo se realizó la inoculación de la manera descrita arriba, pero utilizando solamente tampón de inoculación. Las plántulas inoculadas fueron cubiertas con mallas antiáfidos y mantenidas en condiciones controladas de invernadero. Durante 15 días después de la inoculación (ddi), las plántulas fueron observadas para determinar la presencia de sínto-

mas y establecer el momento óptimo de los análisis. Se colectaron las hojas inoculadas mostrando o no síntomas y se deshidrataron en sílica gel hasta su análisis por ELISA.

**RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

**IDENTIFICACIÓN TAXONÓMICA DE LAS PLANTAS**

Se identificaron un total de 54, 65, 76, 49 y 54 especies, distribuidas en 21, 27, 29, 23 y 26 familias de plantas, en las parcelas ubicadas en los corregimientos de La Laja (A), San José (B), La Palma (C), Guánico Abajo (D) y Las Cruces (E), respectivamente (Cuadro 1). Un mayor número de especies y familias de plantas se identificaron en la parcela C (76 especies). Esto podría explicarse en base a la diferencia en extensión superficial de las parcelas.

**IDENTIFICACIÓN DE LAS ESPECIES HOSPEDANTES DE LOS POTYVIRUS DEL MELÓN**

En las parcelas A, B, C, D y E se encontraron 12,96 %, 6,15 %, 15,79 %, 10,2 % y 12,96 % de especies hospedantes, respectivamente, positivas por lo menos para uno de los tres Potyvirus analizados (Cuadro 2). Algunas especies de plantas en las parcelas estudiadas fueron determinadas como hospedantes de un solo virus (PRSV-W, WMV-2 o ZYMV), otras especies lo fueron de dos virus (PRSV-W y WMV-2); sin embargo, ninguna especie resultó hospedante de los tres virus analizados (Cuadro 2). Las plantas de melón colectadas en estas parcelas también mostraron infecciones simples y dobles de PRSV-W y WMV-2 (Cuadro 2), pero tampoco se encontraron infecciones triples como en el caso de las plantas silvestres. Sin

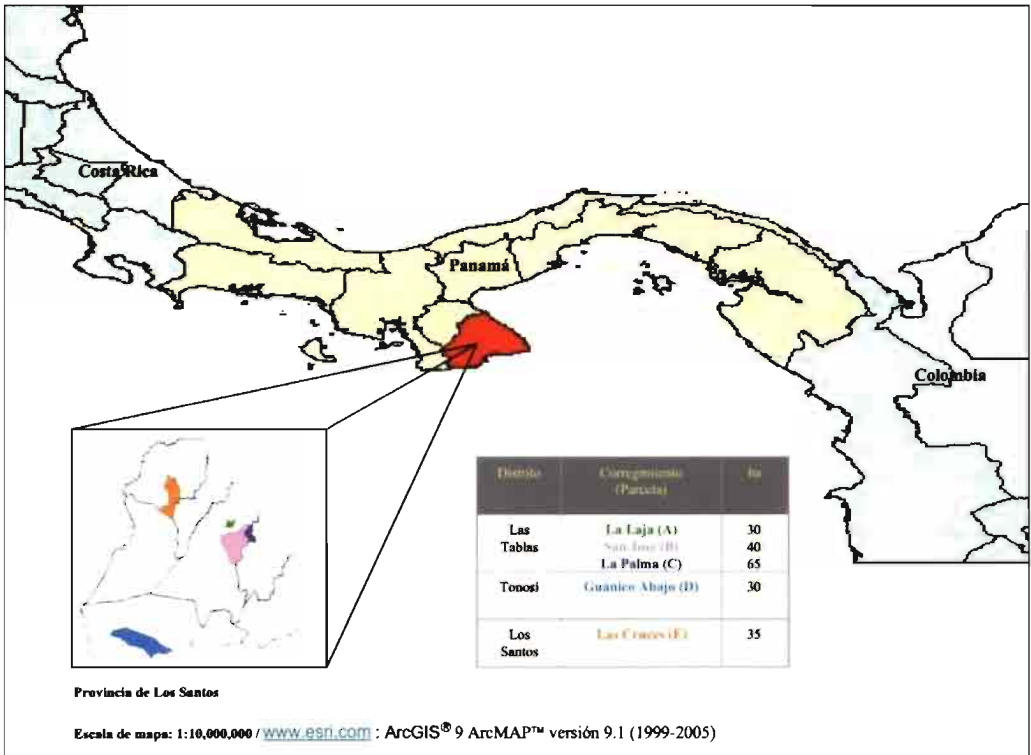


Figura 1: Provincia de Los Santos, Panamá (parcelas A. La Laja, B. San José, C. La Palma, D. Guánico Abajo, E. Las Cruces).

Cuadro 1. Especies de plantas identificadas en las parcelas.

Familia	N. científico	Parcela*				
		A	B	C	D	E
Acanthaceae	<i>Blechnum brownei</i> Juss.	x	x	x	x	
	<i>Elytharia imbricata</i> (Vahl.) Pers.					x
	<i>Justicia comata</i> (L.) Lam.	x			x	
	<i>Nelsonia brunelloides</i> (Lam.) Kuntze.		x			
	<i>Ruellia inundata</i> H.B.K.	x	x	x		x
	<i>Trichanthera gigantea</i> (H. & B.) Nees. in DC.		x			
Amaranthaceae	<i>Achyranthes aspersa</i> L.	x	x	x	x	x
	<i>Alternanthera paranichioides</i> St. Hil.	x	x		x	
	<i>Amaranthus dubius</i> Mart.		x			x
	<i>A. spinosus</i> L.	x	x	x	x	x
Anacardiaceae	<i>Anacardium excelsum</i> (Bert. & Balb.) Skeels.		x			
	<i>Spondias mombin</i> L.	x		x	x	
	<i>S. purpurea</i> L.		x	x		
Asclepiadaceae	<i>Asclepias curassavica</i> L.		x	x		
	<i>Sarcostemma clausum</i> (Jacq.) R. & S. in L.	x				
Asteraceae	<i>Baltimora recta</i> L.			x		x
	<i>Eclipta prostrata</i> (L.) L.					x
	<i>Elephantopus mollis</i> H.B.K.			x		
	<i>Emilia sonchifolia</i> (L.) DC.			x		
	<i>Melampodium divaricatum</i> (Rich. in Pers.) DC.	x	x	x		
	<i>Melanthera aspera</i> (Jacq.) Small.					x
	<i>Milleria quinqueflora</i> L.					x
	<i>Simsia panamensis</i> Rob. & Brett.					x
	<i>Sonchus oleraceus</i> L.			x		
	<i>Spiracantha cornifolia</i> H.B.K.		x			
	<i>Synedrella nodiflora</i> (L.) Gaertn.					x
	<i>Tridax procumbens</i> L.			x	x	
<i>Vernonia cinerea</i> (L.) Less.					x	
	<i>V. patens</i> H.B.K.					x
Boraginaceae	<i>Cordia curassavica</i> (Jacq.) R. & S.			x		
	<i>Heliotropium indicum</i> L.		x	x	x	x
	<i>H. procumbens</i> Mill.					x
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.		x			
Caesalpinaceae	<i>Bauhinia glabra</i> Jacq.		x			
	<i>B. pauletia</i> Pers.	x				
Capparidaceae	<i>Cleome pilosa</i> Benth.		x			
	<i>C. viscosa</i> L.				x	x
Caricaceae	<i>Carica papaya</i> L.			x		
Caryophyllaceae	<i>Arenaria lanuginosa</i> (Mich.) Rohrb. in Mart.			x		

Cuadro 1. Especies de plantas identificadas en las parcelas. (Continuación)

Familia	N. científico	Parcela*				
		A	B	C	D	E
Commelinaceae	<i>Murdannia nudiflora</i> (L.) Brenan.			x		
Convolvulaceae	<i>Evolvulus nummularis</i> (L.) L.					x
	<i>Ipomoea</i> sp.					x x
	<i>I. batatoides</i> Choisy.	x		x		
	<i>I. hederifolia</i> L.			x		
	<i>I. trifida</i> (H.B.K.) G. Don.	x				
	<i>Jacquemontia pentantha</i> (Jacq.) G. Don.					x
	<i>J. tannifolia</i> (L.) Griseb.				x	x
Cucurbitaceae	<i>Cucumis melo</i> L.	x	x	x	x	x
	<i>C. sativus</i> L.	x	x	x	x	x
	<i>Momordica charantia</i> L.			x	x	x
Eleocarpaceae	<i>Muntingia calabura</i> L.					x
Euphorbiaceae	<i>Acalypha</i> sp.	x				
	<i>A. alopecuroidea</i> Jacq.					x
	<i>Caperonia palustris</i> (L.) St. Hil.	x	x	x	x	x
	<i>Chamaesyce hirta</i> (L.) Millsp.			x	x	x x
	<i>C. hypericifolia</i> (L.) Millsp.	x	x	x		
	<i>C. hyssopifolia</i> (L.) Small.			x	x	x
	<i>C. thymifolia</i> (L.) Millsp.	x		x		
	<i>Cnidoscolus urens</i> (L.) Arthur. subsp. urens.	x	x	x	x	x
	<i>Croton argenteus</i> L.					x
	<i>C. hirtus</i> L. Her.	x	x	x	x	
	<i>C. lobatus</i> L.			x		
	<i>C. trinitatis</i> Millsp.				x	
	<i>Euphorbia cyathophora</i> Murr.					x
	<i>Jatropha curcas</i> L.	x	x		x	x
	<i>J. gossypifolia</i> L.	x	x	x	x	x
<i>Phyllanthus niruri</i> L.					x	
<i>Sapium glandulosum</i> (L.) Morong	x					
<i>S. jamaicense</i> Sw.					x	
Flacourtiaceae	<i>Casearia corymbosa</i> H.B.K.				x	
Gentianaceae	<i>Schultesia lisianthoides</i> (Griseb.) B. & H. ex Hemsl					x
Labiatae	<i>Hyptis capitata</i> Jacq.			x	x	x x
	<i>H. mutabilis</i> (A. Rich.) Briq.	x	x			
	<i>H. obtusiflora</i> Presl. ex Benth.					x
	<i>H. spicigera</i> Lam.					x
	<i>H. verticillata</i> Jacq.			x	x	
	<i>Marsypianthes chamaedrys</i> (Vahl.) Kuntze.					x
	<i>Ocimum campechianum</i> Mill					x
Loasaceae	<i>Mentzelia aspera</i> L.				x	
Loganiaceae	<i>Spigelia anthelmia</i> L.				x	x

Cuadro 1. Especies de plantas identificadas en las parcelas. (Continuación)

Familia	N. científico	Parcela*				
		A	B	C	D	E
Malvaceae	<i>Malachra alceifolia</i> Jacq.	x	x	x	x	x
	<i>Malvastrum americanum</i> (L.) Torr.	x	x	x		x
	<i>Sida acuta</i> Burm.	x	x	x	x	x
	<i>S. rhombifolia</i> L.	x				x
	<i>Wissadula periplocifolia</i> (L.) Presl.	x		x	x	
Mimosaceae	<i>Acacia</i> sp.				x	
	<i>A. collinsii</i> Saff.	x	x	x		x
	<i>Desmanthus virgatus</i> (L.) Willd	x		x		
	<i>Enterolobium cyclocarpum</i> (Jacq.) Griseb.			x		x
	<i>Mimosa pudica</i> L.	x	x	x	x	x
	<i>M. somnians</i> H. & B. ex Willd.				x	
Moraceae	<i>Ficus americana</i> Aubl.					x
Onagraceae	<i>Ludwigia affinis</i> (D C.) Hara.	x			x	x
	<i>L. erecta</i> (L.) Hara.			x	x	
	<i>L. leptocarpa</i> (Nutt.) Hara.				x	
Papilionaceae	<i>Aeschynomene americana</i> L.	x	x	x	x	
	<i>Alysicarpus vaginalis</i> (L.) DC.			x	x	
	<i>Calopogonium mucunoides</i> Desv.	x	x	x	x	x
	<i>Centrosema pascuora</i> Mart. ex Benth.	x		x		x
	<i>C. plumieri</i> (Pers.) Benth.	x				
	<i>C. pubescens</i> Benth.	x	x			x
	<i>Cologania biloba</i> (Lindl.) Nichols.	x	x			
	<i>Desmanthus virgatus</i> (L.) Willd.			x		
	<i>Desmodium adscendens</i> (Sw.) DC.			x	x	x
	<i>Diphysa robinoides</i> Benth. in Benth. & Oerst.					x
	<i>Indigofera lespedezioides</i> H.B.K.				x	
	<i>I. mucronata</i> Spreng.				x	
	<i>Macroptilium atropurpureum</i> (DC.) Urb.					x
	<i>Rhynchosia minima</i> (L.) DC.	x				
	<i>Senna obtusifolia</i> (L.) Irwin. & Barneby.	x		x	x	x
	<i>Vigna</i> sp.					x
Polygalaceae	<i>Polygala paniculata</i> L.					x
	<i>P. violacea</i> Aubl. emend. Marq.				x	
Portulacaceae	<i>Portulaca oleracea</i> L.			x	x	x
Rosaceae	<i>Licania arborea</i> Seem.			x		
Rubiaceae	<i>Calycophyllum candidissimum</i> (Vahl.) DC.			x		
	<i>Mitracarpus hirtus</i> (L.) DC.				x	
	<i>Richardia scabra</i> L.	x				
	<i>Spermacoce densiflora</i> (DC.) Alain.				x	
	<i>S. latifolia</i> Aubl.	x	x			x
	<i>S. tenuior</i> L.				x	x

Cuadro 1. Especies de plantas identificadas en las parcelas. (Continuación)

Familia	N. científico	Parcela*				
		A	B	C	D	E
Sapindaceae	<i>Serjania atrolineata</i> Sauv. & Wright.			x		
	<i>S. cornigera</i> Turcz.	x				
	<i>S. paniculata</i> H.B.K.	x				x
Scrophulariaceae	<i>Buchnera pusilla</i> H.B.K.	x			x	
	<i>Capraria biflora</i> L.			x		
	<i>Russelia sarmentosa</i> Jacq.		x			x
Solanaceae	<i>Capsicum annuum</i> (Dierb.) D'Arcy. & Eshb	x	x			
	<i>Physalis angulata</i> L.	x	x	x	x	x
	<i>Solanum acerifolium</i> H. & B. ex Dun.	x	x			
	<i>S. lancaeifolium</i> Jacq.		x			x
Sterculiaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	x	x	x	x	x
	<i>Melochia lupulina</i> Sw.		x			
	<i>M. melissifolia</i> Benth.		x			x
	<i>M. nodiflora</i> Sw.		x	x		
	<i>Waltheria indica</i> L.	x	x	x		
Tiliaceae	<i>Corchorus hirtus</i> L.			x		
	<i>C. orinocensis</i> H.B.K.	x	x	x	x	x
	<i>Triumfetta lappula</i> L.	x	x			
Tumeraceae	<i>Piriqueta cistoides</i> (L.) Meyer. ex Steud.			x		x
Urticaceae	<i>Laportea aestuans</i> (L.) Chew.				x	
Verbenaceae	<i>Lantana camara</i> L.			x	x	x
	<i>Lippia alba</i> (Mill.) N.E. Br. ex Britt. & Wils.	x				
	<i>L. americana</i> L.		x			
	<i>Priva lappulacea</i> (L.) Pers.					x
Violaceae	<i>Hybanthus attenuatus</i> (Schult.) Schulze.					x
Vitaceae	<i>Cissus sicyoides</i> L.		x			
	<i>Vitis tiliifolia</i> H. & B. ex R. & S. in L.			x		

embargo, en trabajos anteriores realizados en parcelas de melón de la provincia de Los Santos, Panamá, citan casos de infecciones triples de estos virus (GARCÍA, 1997), lo mismo que en Costa Rica (RIVERA *et al.*, 1993) se señala infecciones mixtas con estos tres virus en melón con relativa frecuencia. La diversidad de hospedantes alternos de virus en la parcela C fue mayor que en las

otras parcelas y predominó un mayor número de especies silvestres hospedantes de PRSV-W y un número similar de especies hospedantes de WMV-2 y ZYMV (Cuadro 2). En la parcela A, predominó un mayor número de especies silvestres hospedantes de WMV-2, seguido de PRSV-W. No se determinó especies hospedantes de ZYMV. En la parcela B, se identificaron igual número



ro de especies hospedantes de PRSV-W y WMV-2. No se determinó especies hospedantes de ZYMV en esta parcela. En la parcela D, predominó un mayor número de especies silvestres hospedantes de PRSV-W, seguido de WMV-2. No se determinó especies hospedantes de ZYMV. En la parcela E, predominó un mayor número de especies silvestres hospedantes de WMV-2, seguidas de PRSV-W y ZYMV. Varias especies de plantas hospedantes, no citadas previamente en la literatura, fueron identificadas para los Potyvirus descritos anteriormente (Cuadro 2).

Entre las especies de plantas infectadas con virus se determinó para PRSV-W 16 especies, representadas en ocho familias no citadas previamente como hospedantes (Amaranthaceae, Asteraceae, Boraginaceae, Convolvulaceae, Euphorbiaceae, Labiatae, Malvaceae y Papilionaceae); para WMV-2 nueve especies y para ZYMV dos especies (Cuadro 2). La aparición de nuevas especies hospedantes no debe sorprender debido a los pocos estudios realizados con este propósito en una región tan rica en diversidad vegetal como lo es el trópico. Pocos estudios similares al presente se han realizado para determinar los hospedantes silvestres de estos tres virus en el trópico como resultado de la transmisión natural de ellos en el campo (ULLMAN *et al.*, 1991; VALDIVIA, 1991; SÁNCHEZ *et al.*, 1998). No todas las especies colectadas en este trabajo fueron positivas por ELISA para los virus analizados. Las especies negativas podrían ser hospedantes naturales de otros virus no estudiados en este trabajo, o los síntomas no estar asociados a ninguna infección viral, o la concentración de virus en la planta era menor a los límites de detección del método utilizado. La mayor diversidad de hospedantes de virus en la parcela C parece tener relación con la diversidad vegetal encontrada en dicha parcela. La diferencia en diversidad de especies hospedantes puede deberse a factores climáticos y bióticos, al uso que se le ha dado a la tierra en años anteriores y a diferencias en el manejo cultural (JÜRGENS, 1985). La diversidad, abundancia y permanencia de algunas

especies parece garantizar la subsistencia de los tres virus estudiados, aunque no exista el cultivo del melón en el campo. La presencia de estos virus y la diversidad de hospedantes determinadas en las zonas de estudio son un riesgo potencial para el cultivo del melón en Panamá, ya que han sido citados efectos severos en la producción de cucurbitáceas causados por estos virus en otras regiones del mundo (MAKKOUK y LESSEMANN, 1980; PURCIFULL *et al.* 1984a y 1984b; BLUA and PERRING, 1989).

#### **TRANSMISIÓN MECÁNICA ARTIFICIAL DE MELÓN CON LAS ESPECIES DE PLANTAS QUE MOSTRARON REACCIÓN POSITIVA POR ELISA**

Las plántulas de melón inoculadas con el extracto de los ápices de las especies de plantas que resultaron positivas por ELISA a los Potyvirus analizados, presentaron deformaciones y reducciones de tamaño de las primeras hojas verdaderas. Sin embargo, algunas resultaron negativas al realizársele la prueba de ELISA (Cuadro 3). Posiblemente, hay otros factores asociados que estén interfiriendo con el proceso de transmisión mecánica artificial entre los cuales podrían estar los ambientales. Por estas razones, no se pueden descartar totalmente estas especies de plantas como hospedantes alternas de virus.

Es necesario realizar otras pruebas complementarias para descartar o comprobar esta posibilidad.

La metodología utilizada en este trabajo permitió identificar la diversidad de plantas silvestres en diferentes comunidades vegetales (Cuadro 1), determinar entre ellas aquellas especies de plantas hospedantes silvestres de los virus estudiados e identificar nuevas especies silvestres como hospedantes de virus (Cuadro 2). La mayoría de las especies silvestres y especies cultivables citadas previamente en otros trabajos como hospedantes del PRSV-W, WMV-2 y ZYMV han sido identificadas experimentalmente en invernadero mediante pruebas de transmisión mecánica artificial y pruebas de transmisión con áfidos vectores hacia plantas indicadoras. La

Cuadro 2. Especies de plantas con reacción positiva a ELISA a los Potyvirus del melón en las parcelas estudiadas.

Familia	PRSV-W**		WMV-2**		ZYMV-2**										
	Parcela***														
	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
<b>Amaranthaceae</b>															
* <i>Achyranthes aspersa</i> L.	x			x			x	x	x						
* <i>Amaranthus spinosus</i> L.			x												
<b>Asclepiadaceae</b>															
* <i>Sarcostemma clausum</i> (Jacq.) R. & S. in L.									x						
<b>Asteraceae</b>															
* <i>Baltimora recta</i> L.															x
* <i>Melanpodium divaricatum</i> (Rich. in Pers) DC.				x											x
* <i>Vernonia patens</i> H.B.K.					x										
<b>Boraginaceae</b>															
* <i>Heliotropium indicum</i> L.					x										
* <i>H. procumbens</i> Mill.															x
<b>Convolvulaceae</b>															
* <i>Evolvulus nummularis</i> (L.) L.					x										
* <i>Ipomoea batatoides</i> Choisy.				x											
<b>Cucurbitaceae</b>															
<i>Cucumis melo</i> L.	x	x	x	x			x		x	x					
<i>C. sativus</i> L.		x													
<b>Euphorbiaceae</b>															
* <i>Caperonia palustris</i> (L.) St. Hil.	x														
* <i>Chamaesyce hypericifolia</i> (L.) Millsp.				x											
* <i>C. hyssopifolia</i> (L.) Small.									x						
<b>Labiatae</b>															
* <i>Hyptis capitata</i> Jacq.			x	x	x				x						
* <i>H. mutabilis</i> (A. Rich.) Briq.									x						
* <i>H. obtusiflora</i> Presl. ex. Benth.				x											
* <i>H. spicigera</i> Lam.				x											
* <i>Marsypianthes chamaedrys</i> (Vahl.) Kuntze.				x											
* <i>Ocimum campechianum</i> Mill.				x											
<b>Malvaceae</b>															
* <i>Malachra alceifolia</i> Jacq.									x						
* <i>Malvastrum americanum</i> (L.) Torr.									x						
* <i>Wissadula periplocifolia</i> (L.) Presl.					x										
<b>Papilionaceae</b>															
* <i>Indigofera mucronata</i> Spreng.				x											
<b>Solanaceae</b>															
* <i>Solanum lancaefolium</i> Jacq.															x

\*No informada previamente en la literatura como hospedante de los virus citados. \*\*PRSV-W: Papaya ringspot virus-W (PRSV-W); Watermelon mosaic virus-2 (WMV-2); Zucchini yellow mosaic virus (ZYMV). \*\*\*Figura 1: Provincia de Los Santos, Panamá (parcelas A. La Laja, B. San José, C. La Palma, D. Guánico Abajo, E. Las Cruces).

presencia de virus ha sido detectada, principalmente, mediante la sintomatología que éstos inducen en las plantas (MERRIT and TUTTLE, 1969; MAKKOUK and LESSEMANN,

1980; LISA *et al.*, 1981; ADLERZ *et al.*, 1983; XU and BARNETT, 1984; DAVIS and MIZUKI, 1987; WANG *et al.*, 1992). En este trabajo, a diferencia de los anteriores, se utilizó el

Cuadro 3. Transmisión mecánica artificial de melón con el extracto de los ápices de las especies de plantas con reacción positiva a Potyvirus. Resultado de la prueba de ELISA.

Familia	PRSV-W*	WMV-2*	ZYMV-2*
<b>Amaranthaceae</b>			
<i>Achyranthes aspersa</i> L.	+	†	
<i>Amaranthus spinosus</i> L.	+		
<b>Asclepiadaceae</b>			
<i>Sarcostemma clausum</i> (Jacq.) R. & S. in L.		†	
<b>Asteraceae</b>			
<i>Baltimora recta</i> L.		+	
<i>Melampodium divaricatum</i> (Rich. in Pers) DC.	-		-
<i>Vernonia patens</i> H.B.K.	+		
<b>Boraginaceae</b>			
<i>Heliotropium indicum</i> L.	†		
<i>H. procumbens</i> Mill.			†
<b>Convolvulaceae</b>			
<i>Evolvulus nummularis</i> (L.) L.	†		
<i>Ipomoea batatoides</i> Choisy.	†		
<b>Cucurbitaceae</b>			
<i>Cucumis melo</i> L.	†	†	
<i>C. sativus</i> L.	†		
<b>Euphorbiaceae</b>			
<i>Caperonia palustris</i> (L.) St. Hil.	†		
<i>Chamaesyce hypericifolia</i> (L.) Millsp.	+		
<i>C. hyssopifolia</i> (L.) Small.		†	
<b>Labiatae</b>			
<i>Hyptis capitata</i> Jacq.	†	-	
<i>H. mutabilis</i> (A. Rich.) Briq.		†	
<i>H. obtusiflora</i> Presl. ex. Benth.	†		
<i>H. spicigera</i> Lam.	†		
<i>Marsypianthes chamaedrys</i> (Vahl.) Kuntze.	†		
<i>Ocimum campechianum</i> Mill.	+		
<b>Malvaceae</b>			
<i>Malachra alceifolia</i> Jacq.		+	
<i>Malvastrum americanum</i> (L.) Torr.		†	
<i>Wissadula periplocoifolia</i> (L.) Presl.	†		
<b>Papilionaceae</b>			
<i>Indigofera mucronata</i> Spreng.	†		
<b>Solanaceae</b>			
<i>Solanum lancaefolium</i> Jacq.		†	

\*\*\*PRSV-W: Papaya ringspot virus-W (PRSV-W); Watermelon mosaic virus-2 (WMV-2); Zucchini yellow mosaic virus (ZYMV).

método de ELISA para detectar los virus directamente de las plantas silvestres colec-

tadas en el campo con infección natural. El uso de una metodología sensible y específica

como ELISA, facilita el análisis e identificación de los virus en un gran número de muestras y provee resultados más precisos y confiables que los obtenidos mediante sintomatología y ámbito de hospedantes (DAVIS y MIZUKI, 1987). Esta información es un paso crítico para formular estrategias de control y reducir las pérdidas económicas producidas por las enfermedades virales en cucurbitáceas de exportación. El control de las especies silvestres positivas a estos virus en los alrededores de los campos de cultivo es importante para reducir el inóculo de virus.

Además, el control de otras especies de plantas colonizadas por los áfidos (*Aphis gossypii* Glover), aunque no sean hospedantes de virus, ayudaría a reducir la presencia de áfidos vectores en las áreas de producción comerciales (GARCÍA, 1997). El melón de exportación es un cultivo que se siembra en campo solo en la época seca, por lo tanto, para que se desarrolle la epifitias deben existir plantas hospedantes alternas para los virus y para los áfidos vectores.

La epifitias depende del triángulo virus-planta hospedante-áfido vector, por lo tanto, para controlar la misma es necesario intervenir en alguno de estos componentes. El conocer los reservorios naturales de los virus que infectan el melón de exportación en Panamá en condiciones de clima tropical, permitirá desarrollar y probar diferentes medidas de control

preventivo para estas virosis. La erradicación de plantas hospedantes de virus en el área de cultivo y su vecindad durante todo el año podrían reducir las fuentes naturales de inóculo inicial. En general, para el control de enfermedades virales no es suficiente la aplicación de una sola medida de control, sino la utilización de una serie de medidas de control integrado y así minimizar los daños que puedan producir en el cultivo del melón.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a los taxónomos Rafael Rincón, Carmen Vergara y Elida Wong [Universidad de Panamá (UP)], y Carmen Galdámes [Smithsonian Tropical Research Institute (STRI)], por su colaboración en la identificación taxonómica de las especies de plantas presentadas en este trabajo; a los productores de melón Ing. Danilo Medina, Ramiro Vergara, Héctor Ortega y Julio Moreno, por permitir realizar en sus parcelas esta investigación; a la Dirección Nacional de Sanidad Vegetal (DNSV) del Ministerio de Desarrollo Agropecuario (MIDA) de Panamá por haber financiado parcialmente el presente trabajo; a la Dra. M<sup>a</sup> Concepción Jordá Gutiérrez del Instituto Agroforestal Mediterráneo (IAM) de la Universidad Politécnica de Valencia (UPV), España, por la revisión del manuscrito.

## ABSTRACT

HERRERA J.A., J.M. OSORIO, L.C. SALAZAR, O. FERNÁNDEZ (†). 2006. Hosts of the Potyvirus of melon (*Cucumis melo* L.) to the Santos State, Panama. *Bol. San. Veg. Plagas*. **32**: 95-107.

The present work is about the determination of three important viruses of the group of the Potyvirus that infect the crop of melon for the export: Papaya ringspot virus-W (PRSV-W), Watermelon mosaic virus-2 (WMV-2) and Zucchini yellow mosaic virus (ZYMV), in different hosts species natural collected in commercial plantations from five parcels located to the Santos State, Panama, during the January-April period of 1999. In these parcels the melon was grown under the system of drip irrigation (with fertirrigation and I.P.M practices).

In each parcel five quadrants of 100 m<sup>2</sup> each were sampled, making a total of 500 m<sup>2</sup> by parcel. The quadrants were located in the area of culture and the edges of the parcel, to include the different existing vegetal communities. 97.2% of the plants collected in each quadrant were identified until the species level and their analysis was made by means of DAS-ELISA technique to determine the presence of the three mentioned viruses.

The positive plant species were used in the artificial mechanical inoculation of melon, in order to verify this result. 148 species of plants, represented in 40 families were iden-

tified, in the five parcels. 26 species, belonging to 11 families of plants were positive at least for one of the three viruses analyzed. Several wild hosts species of these viruses have not previously been reported in literature.

The adequate elimination of the alternating hosts species, combined to other practices of integrated management, will contribute to delay the development of the epidemic and to reduce the losses produced by viruses in melon crops.

**Key words:** PRSV-W, WMV-2, ZYMV, Virus disease, Hosts, ELISA.

## REFERENCIAS

- ADLER, W.C., PURCIFULL, D.E., SIMONE, G.M., HIEBERT, E. 1983. Zucchini yellow mosaic virus: a pathogen of squash and other cucurbits in Florida. *Proc. Fla. St. Hort. Soc.*, **96**: 72-74.
- AGRIOS, G.N. 1997. *Plant Pathology*. Fourth Edition. San Diego, California, USA. Academic Press, Inc. 635 p.
- BLANCARD, D., LECOQ, H., PITRAT, M. 1991. Enfermedades de las Cucurbitáceas: observar, identificar, luchar. INRA. Paris, Francia. Mundi Prensa. 301 p.
- BLUA, M.J., PERRING, T.M. 1989. Effect of Zucchini yellow mosaic virus on development and yield of cantaloupe (*Cucumis melo* L.). *Plant Disease*, **73**: 317-320.
- CLARK, M.F., ADAMS, A.N. 1977. Characteristics of the microplate method of enzyme-linked immunosorbent assay for the detection of plant viruses. *J. Gen. Virol.*, **34**: 475-483.
- DAVIS, R.F., MIZUKI, M.K. 1987. Detection of cucurbit viruses in New Jersey. *Plant Disease*, **71**: 40-44.
- FERNÁNDEZ, O. 1987. Enfermedades de algunos cultivos importantes en Panamá. In Curso de áfidos. CATIE-UP-IDIAP. Panamá. 45-50.
- GARCÍA, J. C. 1997. Evaluación de Estrategias para el Manejo Integrado de Virosis en Melón de Exportación (*Cucumis melo* L.). Ing. Agro. Tesis. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Panamá, Panamá. 76 p.
- GUERRA, J. A., FERNÁNDEZ, O., OSORIO, N. 1995. Uso de aceite agrícola y de insecticida en el control de virus no persistente en melón. (WMV-1). 1995-1996. IDIAP. 7 p.
- JÜRGENS, G. 1985. Levantamiento de malezas en cultivos agrícolas. In Resúmenes del Seminario Manejo Integrado de Malezas. *PLITS*, **3** (2): 85-104.
- LISA, V., BOCCARDO, G., D'AGOSTINO, G., DELLAVALLE, G., D'AQUILIO, M. 1981. Characterization of a Potyvirus that causes zucchini yellow mosaic. *Phytopathology*, **71**: 667-672.
- MAKKOUK, K. M., LESSEMANN, D. E. 1980. A severe mosaic of cucumbers in Lebanon caused by watermelon mosaic virus-1. *Plant Disease*, **64**: 799-801.
- MATTHEWS, R. E. F. 1991. *Plant Virology*. Third edition. San Diego, California, USA. Academic Press, Inc. 835 p.
- MERRITT, R. N., TUTTLE, D. M. 1969. The epidemiology of cucumber mosaic and watermelon mosaic 2 of cantaloupes in an arid climate. *Phytopathology*, **59**: 849-856.
- MIDA. 1998. Sección de Cultivos de Exportación, Dirección Nacional de Desarrollo Agrícola. Panamá.
- MIDA. 2005. Unidad de Agro Exportación. Departamento de Planificación y Agricultura, Dirección Ejecutiva Regional (Región 8). Panamá.
- NAMETH, S. T., DODDS, J. A., PAULUS, A. O., LAERMMLLEN, F. F. 1986. Cucurbits viruses of California: An ever-changing problem. *Plant Disease*, **70**: 8-12.
- PURCIFULL, D. E., HIEBERT, E., EDWARDSON, J. R. 1984a. Papaya ringspot virus. CMI/AAB. *Descriptions of Plant Viruses*, **292**: 7 p.
- PURCIFULL, D.E., EDWARDSON, J.R., GONSALVES, D. 1984b. Watermelon mosaic virus 2. CMI/AAB. *Descriptions of Plant Viruses*, **293**: 8 p.
- RIVERA, C., VILLALOBOS, W., SÁNCHEZ, M.V., ZUMBADO, C., RODRÍGUEZ, C. M. 1993. Identification and distribution of viruses infecting melon and their vectors in Costa Rica. *Turrialba*, **43**: 210-215.
- SÁNCHEZ, M. V., AGÜERO, R., RIVERA, C. 1998. Plantas hospederas de los virus más importantes que infectan el melón, *Cucumis melo* L. (Cucurbitaceae) en Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.*, **46** (1): 13-25.
- SMITH, I. M., DUNEZ, J., LELLIOTT, R. A., PHILLIPS, D. H., ARCHER, S. A. 1992. *Manual de Enfermedades de las Plantas*. Mundi-Prensa. Castelló, Madrid. Traducción de European Handbook of Plant Diseases. Blackwell Scientific Publications Ltd. Osney Mead, Oxford, Inglaterra. 671 p.
- THRESH, J. M. 1981. The role of weeds and weed plants in the epidemiology of plant virus diseases. In: J.M. Thresh (ed.). *Pests, pathogens and vegetation*. Pitman, Londres. 53-70.
- ULLMAN, D. E., CHO, J. J., GERMAN, T. L. 1991. Occurrence and distribution of cucurbit viruses in the Hawaiian Islands. *Plant Disease*, **75**: 367-370.
- VALDIVIA, T. A. R. 1991. Determinación de los virus de melón y sus malezas hospederas en Choluteca, Honduras. M. Sc. Tesis. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 76 p.
- WANG, H. L., GONSALVES, D., PROVIDENTI, R., ZITTER, T. A. 1992. Comparative biological and serological properties of four strains of zucchini yellow mosaic virus. *Plant Disease*, **76**: 530-535.
- XU, Z., BARNETT, O. W. 1984. Identification of a cucumber mosaic virus strain from naturally infected peanuts in China. *Plant Disease*, **68**: 386-389. [www.esri.com: ArcGIS® 9 ArcMAP™ versión 9.1 \(1999-2005\).](http://www.esri.com: ArcGIS® 9 ArcMAP™ versión 9.1 (1999-2005).)

(Recepción: 19 diciembre 2005)

(Aceptación: 5 enero 2006)



## Estructura básica y principales parámetros de un dispositivo para el estudio electroantenográfico de estímulos olfativos en cerambícidos

I. SÁNCHEZ-OSORIO, R. TAPIAS, G. LÓPEZ, L. DOMÍNGUEZ

La electroantenografía (EAG) es una técnica electrofisiológica, como tal aprovecha la naturaleza eléctrica de la excitación que experimentan los receptores olfativos de los insectos tras ser estimulados por una sustancia volátil. Esta cualidad permite estudiar la repercusión olfativa de los compuestos semioquímicos en los insectos. Tras revisar diferentes opciones de equipamiento para estudios de EAG, se propone un dispositivo para la aplicación de este tipo de estudios a insectos de la familia Cerambycidae, sobre todo a especies de tamaño medio y grande, como *Cerambyx* spp. y *Prinobius germari*, dos de los principales xilófagos del género *Quercus* en España. Los resultados indican que el dispositivo y la metodología propuestos resultan adecuados, obteniéndose líneas base estables y de baja magnitud, así como respuestas de EAG con la apariencia habitual: una rápida despolarización que se traduce en una caída de potencial, seguida de una recuperación más lenta hasta el nivel de base. Estas pruebas abren interesantes posibilidades de investigación, en torno a la influencia de los compuestos semioquímicos en el comportamiento de los cerambícidos xilófagos, y las posibilidades de su aplicación en el contexto del manejo integrado de plagas.

I. SÁNCHEZ-OSORIO, R. TAPIAS, G. LÓPEZ, L. DOMÍNGUEZ. Departamento de Ciencias Agroforestales, Escuela Politécnica Superior, Universidad de Huelva. Carretera de Palos de la Frontera s/n, 21.819. Palos de la Frontera, Huelva. (España). isanchez@uhu.es

**Palabras clave:** electrofisiología, EAG, *Cerambyx*, *Prinobius*, *Quercus*.

### INTRODUCCIÓN

#### **Electroantenografía de estímulos olfativos: concepto y estructura de un dispositivo para estudio de la respuesta electroantenográfica**

Las técnicas electrofisiológicas permiten estudiar las propiedades eléctricas del material biológico, como pueden ser los receptores sensoriales periféricos de los insectos. Esto hace que constituyan herramientas básicas para estudiar la repercusión olfativa de los compuestos semioquímicos en estos animales. Dentro de este tipo de técnicas, la electroantenografía (EAG) constituye el pri-

mer paso para la interpretación de aspectos tan relevantes como la localización de hospedantes y/o congéneres, de cara al planteamiento de estudios sobre la posibilidad de control integrado de poblaciones de insectos.

La electroantenografía tiene su fundamento en la despolarización que tiene lugar en las membranas de los receptores olfativos antenales de los insectos tras resultar estimulados (LÁNSKY, 2001; KAISSLING, 2002). Esta despolarización origina una serie de lentos potenciales negativos en las dendritas de las células olfativas, resultando la respuesta de EAG la suma de estos lentos potenciales negativos.

Siguiendo las referencias clásicas de ROELOFS (1984), STRUBLE y ARN (1984), y CORK *et al.* (1990), un dispositivo típico para el estudio de la respuesta de EAG de los insectos tiene una estructura sencilla, consistiendo en una fuente de estímulos (corriente de aire portador de una o varias sustancias volátiles), un sistema de captación de la respuesta mediante electrodos (uno denominado “registrar” y otro “de referencia”) y un instrumento registrador capaz de amplificar, filtrar y procesar la señal eléctrica inducida en la antena. La señal eléctrica asociada a la respuesta de EAG está caracterizada por su bajo potencial (décimas de milivoltio a pocas decenas de milivoltio) y la alta resistencia de las antenas (del orden de varios megaohmios) (SYNTECH, 1998). Esto ha motivado que la principal dificultad de este tipo de dispositivos sea precisamente la captación de dicha señal, su amplificación y su filtrado para evitar las numerosas interferencias que pueden distorsionarla o camuflarla.

En el presente trabajo se propone un dispositivo para el estudio de la respuesta de EAG en insectos, en particular en especies con dimensiones medias a grandes como *Cerambyx welensii* Küster y *Prinobius germani* Dejean, que se pueden considerar dos de los principales cerambícidos xilófagos del género *Quercus* en España. Se analizan, así mismo, algunas circunstancias asociadas a la preparación de los insectos y la forma de aplicación de estímulos, junto a otros aspectos relacionados con la puesta en práctica del dispositivo.

## MATERIAL Y MÉTODOS

### Dispositivo para el estudio de la respuesta de EAG

El cuadro 1 recoge los materiales y equipamiento empleados en los aspectos más destacados del dispositivo. Su diagrama de montaje se esquematiza en la figura 1.

Cuadro 1. Materiales y equipamiento empleados en el dispositivo para el estudio de EAG. Q: caudal; L: longitud en centímetros; D: diámetro en milímetros; T: tiempo mínimo de actividad y reposo en segundos.

Generación, conducción y aplicación del flujo de aire	Elaboración y presentación de estímulos
- Compresor Compair-Brisa (24 litros, presión máxima de 8 bares).	- Pipeta automática Digipette-Naita (2- 20 microlitros),.
- Tubo de poliamida (L: 300; D externo: 8; D interno: 6).	- Pipeta automática Digipette-Naita (100-1000 microlitros).
- Filtro Wilkerson F08-C2-SK00 (polipropileno sinterizado. poros de 5 micras de diámetro).	- Papel de filtro Whatman n°1.
- Caudalímetro Tecfluid (máximo de 6.6 l/min).	- (E)-2-hexenal, 98% de pureza (Sigma-Aldrich).
- Tubo flexible de polivinilo (L: 300; D externo: 6; D interno: 4).	- Aceite de parafina
- Boquilla Windjet 727-RY-15 (4,8 cm de ancho; 16 orificios con D=1,5 mm).	- Hexano, 99% de pureza (Fluka).
Captación y análisis de la respuesta	Inyección de estímulos
- Micropipetas de vidrio (0,5 mm DI y 1,5 mm DE)	- Caudalímetro Tecfluid (Q máx.: 50 l/h).
- Filamento de plata de 0,4 mm de diámetro.	- Temporizador asimétrico Disibeint PTFA 230 192 (T: 0,1 segundos).
- Cloruro potásico 0.1 normal.	- Electroválvula Lucifer, 121-M13/8980, (220 voltios).
- Polivinilpirrolidona.	- Adaptador de CA/CC, (3 V).
- Sonda registradora PRS-1 universal (Syntech <sup>(c)</sup> ; Hilversum, Holanda).	- Jeringa de PVC de 50 ml.
- Sonda de acero inoxidable con conexión a tierra (para el electrodo de referencia), Syntech <sup>(c)</sup> (Hilversum, Holanda).	
- Sistema de adquisición de datos multicanal USB-IDAC (Syntech <sup>(c)</sup> ; Hilversum, Holanda).	
- Programa Autospike-32 (Syntech <sup>(c)</sup> ; Hilversum, Holanda).	
- Base reductora de electricidad estática Anti-Static: $10^7 < R < 10^{10}$ .	



### Generación del flujo de aire y aplicación de estímulos

El compresor eléctrico libera un flujo continuo de aire comprimido, con una presión de salida de 2 bares. Tras dividir este caudal en dos ramales, el flujo principal se dirige directamente hacia el insecto. Dado que las dos especies estudiadas poseen unas antenas de gran longitud -menos de 4 cm para los ejemplares más pequeños de *P. germari* hasta 10 cm para los machos más grandes de *C. welensii*-, se consideró que en el extremo de salida del caudal principal resultaría conveniente instalar un difusor ancho y plano (boquilla Windjet<sup>®</sup>), a la manera empleada por NAGAI (1981), que abarcara toda o gran parte de la antena.

Los estímulos se prepararon según el modo convencional, aplicando una pequeña cantidad de disolución del compuesto sobre una tira de papel de filtro (50 x 5 mm) Whatman n° 1, e introduciendo ésta dentro de una pipeta Pasteur desechable (fig. 2). El compuesto empleado se mezcló con aceite de parafina, al 50% v/v. La cantidad de mezcla estimulante empleada fue de 20 microlitros. Como inyección control se emplearon pipetas Pasteur conteniendo una tira similar de papel de filtro, cargadas únicamente con el solvente.

Las mezclas de estimulantes, así como el control, se inyectaron sobre el caudal principal, de este modo, cuando el flujo principal

llega a la antena del insecto incide también sobre la misma el compuesto estudiado. Esta inyección se efectuó aplicando un caudal determinado de aire ("caudal de inyección") a través de la pipeta Pasteur cargada, e introduciendo la punta de la pipeta directamente en el ramal principal (a 2,5 m de la antena). Se han probado dos procedimientos de inyección: uno manual empleando una jeringa, y otro automatizado mediante un sistema eléctrico de inyección (electroválvula con temporizador; fig. 3). En la inyección manual se aplicaron 10 ml de aire; en el caso automatizado se empleó un caudal de 0,5 l/min, durante 0,3 segundos.

### Preparación de insectos para la captación de respuestas, y procesado de la señal

Para llevar a cabo la sujeción de insectos fuertes como son los de los géneros *Cerambyx* y *Prinobius* hemos empleado una caja de madera a la que se atornillaron dos abrazaderas metálicas. El insecto se envolvía en una pieza rectangular de cuero y era sujetado por el tórax mediante las abrazaderas. La cabeza se inmovilizó de forma similar, mediante una pequeña pieza curva de plástico, que se podía atornillar también a la caja. Las antenas se fijaron a una pieza rectangular de goma ajustada a la caja de madera, mediante alambres finos de cobre a la manera propuesta por CORK *et al.* (1990), y PARK y HARDIE (1998).

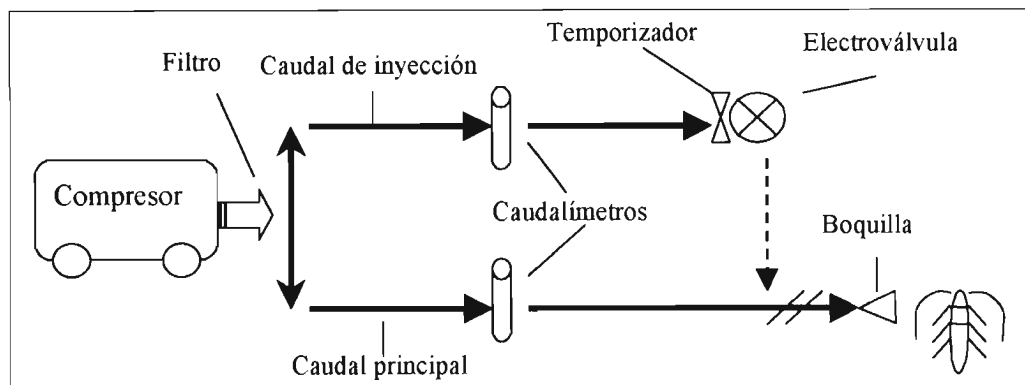


Figura 1. Esquema de montaje del dispositivo de generación, regulación y aplicación de estímulos.



Figura 2. Detalle de pipeta Pasteur preparada.

Para la elaboración de los microelectrodos, se calentaron los capilares de vidrio cuidadosamente a la llama de un mechero Bunsen y se estiraron manualmente. Así se pueden conseguir sin dificultad capilares con un diámetro en punta fina de alrededor de 10 micras, aunque lo usual fue trabajar con grosores de entre 70 y 100 micras. Dicho capi-

lar se llenó con una solución salina capaz de permitir la continuidad eléctrica entre la hemolinfa de la antena y las conexiones terminales de la unidad de registro de la respuesta (CORK *et al.*, 1990). Se empleó una solución 0,1 N de cloruro potásico (SYNTECH, 1998), la cual penetraba por capilaridad hasta llenar los 1,5 cm extremos del microelectrodo. Para reducir la evaporación de la solución, se añadió a la misma polivinilpirrolidona en la proporción de un 3% en peso.

La manipulación de los electrodos para su colocación se efectuó con la ayuda de una fuente de luz fría, una lupa binocular y dos micromanipuladores (fig. 4). El electrodo registrador se colocó recubriendo el extremo intacto del undécimo segmento (la mitad aproximadamente); el electrodo de referencia se insertó en la membrana intersegmental entre el escapo y el pedicelo (fig. 5).

El cometido final de este sistema es la recepción, almacenamiento y análisis de la respuesta olfativa del insecto ante determinados compuestos; dicha respuesta se refleja en forma de señal eléctrica. El contacto eléctrico entre la hemolinfa antenal y las terminales de las sondas “registradora y “de referencia se realizó mediante filamentos de plata de 4 a 5 cm de longitud y 0,4 mm de diámetro. Estos filamentos quedaban insertos en los capilares, y sumergidos 1,5 cm en la solución salina.



Figura 3. Electroválvula conectada a pipeta Pasteur.

**Cuadro 2. Valores fijados para los parámetros del dispositivo para estudio de la respuesta de EAG relacionados con la aplicación de estímulos, así como para la captación y procesado de respuestas.**

Parámetro	Valor
Caudal principal	4.1 litros/minuto; continuo
Caudal de inyección	0.5 litros/minuto
Duración de la inyección automatizada	0.3 segundos
Volumen de aire aplicado mediante inyección manual	10 mililitros
Filtro de baja frecuencia	0.1 hertzios
Filtro de alta frecuencia	20 hertzios
Intensidad de muestreo	400 muestras por segundo

El sistema USB-IDAC empleado, en conexión con un ordenador, como equipo de adquisición de respuestas se encargó de filtrar y procesar la señal eléctrica procedente del insecto, de modo que la pantalla refleja dicha señal como si se tratara de un osciloscopio. Cuando se conectan los electrodos al insecto, se produce una pequeña señal oscilatoria, la denominada “línea base”, que en realidad se puede considerar como el “ruido de fondo” de la preparación. De este modo, el sistema de recepción de la señal permite apreciar instantáneamente la amplitud de dicha línea base, así como

cualquier tipo de fluctuación que pueda tener lugar en la misma.

Los valores de filtrado establecidos en el software de procesado de la señal fueron 0,1 Hz y “DC” para el filtro de baja frecuencia, y 20 Hz para el de alta frecuencia (SYNTECH, 1998). En cuanto a la capacidad de muestreo del sistema, se probó con rangos de 400 a 15.000 muestras por segundo.

En el cuadro 2 resumimos los principales parámetros fijados finalmente en relación con la aplicación de estímulos y la captación y procesado de respuestas.

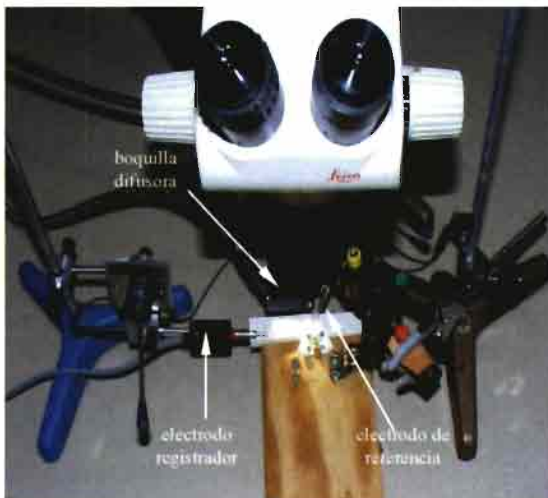


Figura 4. Dispositivo para la preparación de insectos.

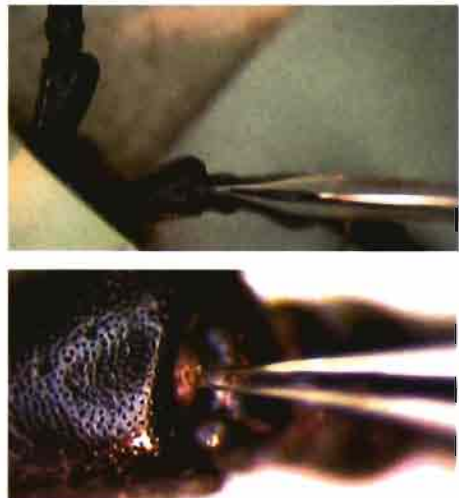


Figura 5. Colocación del electrodo de referencia.

## RESULTADOS

La preparación de un insecto para el estudio de la respuesta de EAG origina la aparición de una onda o ruido de fondo, la denominada línea base, con amplitud variable. La forma de colocación de los electrodos proporcionó líneas bases estables con un ruido de fondo de alrededor de 0,2 mV, con los filtros seleccionados y empleando base anti-estática. En algunas preparaciones la colocación exerta del electrodo registrador originó un pequeño problema: la deshidratación y precipitado de la solución salina. Tras la aplicación del estímulo olfativo aparece la respuesta de EAG; las respuestas encontradas en los dos cerambícidos presentan la forma típica de este tipo de señales (fig. 6), originada por una rápida despolarización de los receptores olfativos que se traduce en una caída de potencial (potencial negativo), seguida de una recuperación más lenta hasta el nivel de base. La despolarización ocurrió, por lo general, en un tiempo de 0,3 a 0,6 segundos; la recuperación de la señal varió, según su intensidad, entre 4,5 y 14 segundos. Las respuestas a la inyección control fueron inapreciables o bien de baja amplitud.

Respecto al funcionamiento del dispositivo, el caudal de aire suministrado por el compresor fluctuó ligeramente entre el momento de finalización de la carga de su depósito y el momento de reinicio de la carga. La fluctuación media observada cada 30 segundos tras efectuar tres ciclos seguidos "fin de carga-reinicio de carga", en las condiciones normales de aplicación de un compuesto (cuadro 3), se expone en la figura 7. El caudal principal osciló de forma homogénea ( $\pm 2,4\%$  respecto a los 4,1 l/min prefijados) durante el ciclo de descarga del compresor. El caudal de inyección se mantuvo constante, y en el valor prefijado, a partir de los 60 segundos y hasta el final del ciclo; antes de ese momento se produjo una variación máxima del 6 %, durante 30 segundos, respecto a los 0,5 l/min preestablecidos. En la figura 7 se aprecia que durante la carga del

compresor, que se prolongaba durante un tiempo aproximado de 25 segundos, la línea base puede ofrecer una apariencia más irregular; si bien esto no ocurrió siempre. Un inconveniente asociado a este hecho es que, en algunas ocasiones, dicha carga afectó al normal funcionamiento de la unidad de adquisición de datos, invalidando los registros realizados durante ese período. Aparte de estos inconvenientes, la pequeña variación en ambos caudales no produjo ningún efecto significativo ni en la línea base ni en la respuesta de EAG.

La inyección automatizada (fig. 8) depara resultados totalmente comparables a la manual (fig. 9). La distancia de inyección escogida (2,5 m) redujo la posibilidad de interferencia eléctrica por parte de la electroválvula o el temporizador, y solamente ocasionó un retraso en la aparición de la respuesta de menos de 0,5 segundos, con los caudales de trabajo manejados.

## DISCUSIÓN

El dispositivo empleado resulta adecuado para el estudio de la respuesta electroanteno-gráfica de cerambícidos, en particular para especies de tamaño medio-grande (longitud aproximada de 3 cm y mayores). Mediante tal dispositivo se han encontrado señales de EAG en *C. welensii* y *P. germari* cuya forma sigue el patrón general que se ha presentado en otros insectos. El tiempo requerido, generalmente, para la despolarización en ambas especies resulta comparable a los 0,5 segundos encontrados por CORK *et al.* (1990). Por otro lado, el tiempo de recuperación del nivel de base puede variar según el tipo de compuesto y el sexo (THIÉRY y MARION-POLL, 1998); el intervalo encontrado en nuestro trabajo (4,5 a 14 segundos) es del orden de magnitud del encontrado por estos autores, pero resulta superior a los 2,5 segundos citados por CORK *et al.* (1990).

El ruido de fondo obtenido mediante la colocación propuesta de los electrodos resulta aceptable comparado con los resultados de PARK y HARDIE (1998) y DOLZER (2002).

Según estos autores, niveles próximos a 0,1 mV se pueden calificar como bajos, mientras que valores próximos a 0,5 mV resultan relativamente altos; de esta manera, se pueden considerar adecuados tanto la forma propuesta de colocación de los electrodos como los filtros empleados. La eventual evaporación de la solución salina en el electrodo registrador podría hacer recomendable el aumento de la cantidad de polivinilpirrolidona hasta el 5%, y ajustar el diámetro del capilar en función del grosor de la antena.

Este tipo de respuesta puede sufrir perturbaciones ocasionadas por la variación de algunos parámetros del dispositivo. En este sentido, la oscilación del caudal principal a partir del valor prefijado (4,1 l/min) fue pequeña (<3%) y homogéneamente distribuida durante los casi cinco minutos de descarga del compresor, no repercutiendo en la respuesta del insecto ya que la línea base se mantuvo estable mientras no era aplicado ningún estímulo. Por otro lado, la baja variación en el caudal de inyección (disminución < 6%), así como la brevedad del tiempo en que se produjo respecto al ciclo total del compresor, hacen prácticamente despreciable una hipotética alteración de la respuesta

del insecto, ya sea debida al cambio en la cantidad de estímulo que llega a la antena o a la actividad de mecanorreceptores. En todo caso, el riesgo de que la carga del compresor afecte al normal funcionamiento de la unidad de adquisición de datos recomienda evitar las estimulaciones mientras aquella se produce.

La aplicación sobre la antena de una cortina de aire "plana" y uniforme (de unos 5 cm de anchura y 3 mm de alto) proporcionada por la boquilla Windjet<sup>®</sup> resultó más adecuada que la manera tradicional consistente en una boquilla cilíndrica de vidrio (MALO *et al.*, 2000; PARK y HARDIE, 1998) y suficiente para cubrir la totalidad de la antena en los ejemplares de tamaño medio y buena parte de la misma en los más grandes.

Respecto a la forma de inyección de estímulos, las dos modalidades probadas depa- ran resultados comparables. Se puede indicar a este respecto que para estudios sistemáticos y a frecuencias altas (menores de un minuto) resulta muy útil y cómodo el dispositivo automatizado; en cambio, para espaciamentos de las inyecciones superiores a un minuto es más versátil la inyección manual mediante jeringa. El caudal de la

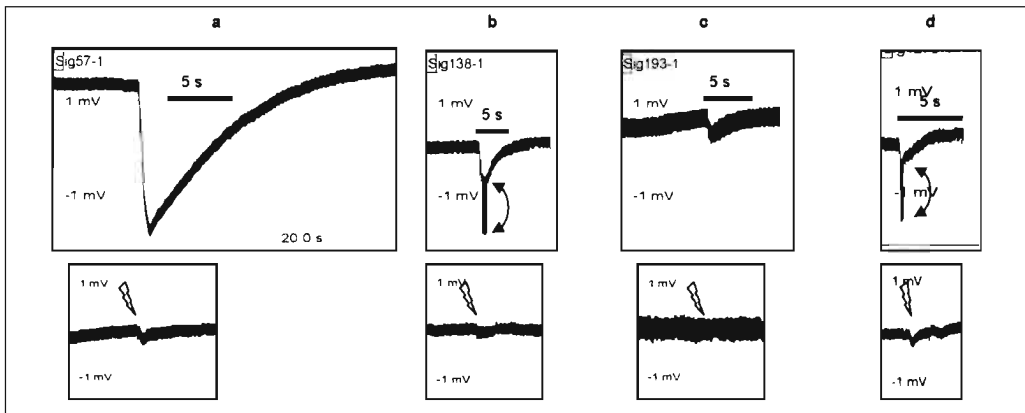


Figura 6. Respuestas de EAG frente al (*E*)-2-hexenal (fila superior) y a la inyección control (fila inferior) de un macho (a) y una hembra (b) de *C. welensii*, y un macho (c) y una hembra (d) de *P. germari*. En todos los casos la mezcla estimulante fue de 20 ml al 50% v/v en aceite de parafina, salvo para la hembra de *P. germari*, con la cual se empleó hexano como solvente. La flecha en las figuras b y d indica anomalías en la recepción de la respuesta, que no son tenidas en cuenta en la medición.

inyección automatizada (0.5 l/min) fue similar al aplicado por otros autores (CORACINI *et al.*, 2001; PARK y HARDIE, 1998; KELLING, 2001), y presenta un valor medio entre los 0.18 l/min de DEN OTTER y SAINI (1985) y los 2 l/min de ROELOFS (1984). El volumen de inyección manual (10 ml) es alto comparado con los 1-3 ml que se han empleado en otros trabajos (ROELOFS, 1984; BARATA *et al.*, 1992; IKEDA *et al.*, 1993). La inyección manual ha sido recomendada por autores clásicos en esta disciplina, como ROELOFS (1984), quien sostiene, además, que ligeras variaciones en la velocidad de accionamiento del émbolo de la jeringa, así como en la cantidad de aire impulsado, no son críticas de cara a la amplitud de la respuesta resultante.

El retraso en la aparición de la respuesta (menos de 0,5 segundos) debido a la separación entre el punto de inyección y la antena (2,5 m), no supone ningún inconveniente. Otros autores han efectuado igualmente

inyecciones muy separadas de la antena, como los 1,5 m empleados por BARATA *et al.* (1992), indicando igualmente la ausencia de inconvenientes, salvo el mencionado retraso entre la inyección y la aparición de la respuesta.

En cuanto a la duración de la estimulación, se considera que entre 0,3 y 0,5 segundos resultan suficientes para provocar la mayor variación de potencial (SYNTECH, 1998). Mayores duraciones no producen señales más altas, pero pueden ocasionar la adaptación rápida de la antena y, con ello, su pérdida de sensibilidad. En nuestro caso, la duración escogida (0,3 segundos) resultó suficiente para verificar la existencia de respuesta de EAG. En cuanto a la frecuencia entre estimulaciones sucesivas, en esta ocasión no ha resultado un factor preocupante, ya que pretendíamos comprobar la idoneidad del dispositivo y metodología propuestos para detectar la respuesta de EAG, y no tanto caracterizar la misma. Aún así, los resultados

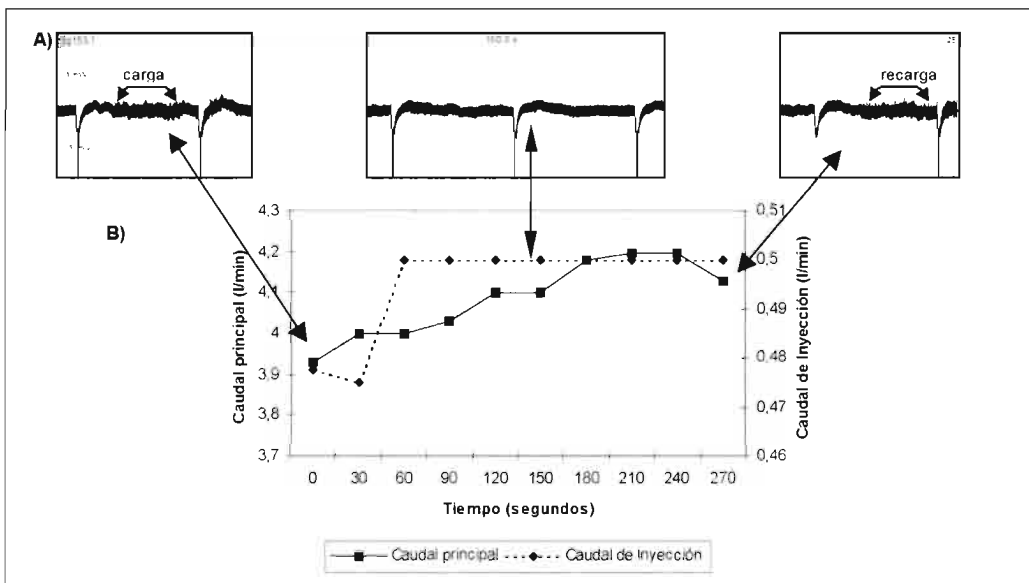


Figura 7. A) evolución de la línea base y las respuestas de *C. welensii* frente a estimulaciones sucesivas cada 30 segundos [(*E*)-2-hexenal 50% en aceite de parafina], durante un ciclo completo carga-recarga del compresor. B) fluctuación media de los caudales "principal" y "de inyección" suministrados por el compresor, a partir de tres ciclos seguidos fin de carga (T=0) <math>\diamond</math> reinicio de carga (T=270). Presión de salida: 2 bares; temperatura: 25.5°C.

muestran que la frecuencia de 15 segundos puede resultar insuficiente para que la línea base retorne a su posición inicial. Este riesgo podría presentarse con respuestas elevadas (próximas o superiores a 3 mV), tal y como se ha observado para un macho de *C. welen-sii* frente a la inyección de 20 ml de (*E*)-2-hexenal al 50% (v/v) en aceite de parafina (fig. 6).

Esta frecuencia de inyección, unida al flujo de aire aplicado y a la cantidad y concentración de estímulo empleadas, hacen que podamos considerar que las condiciones de estimulación han sido intensas. En este sentido, el caudal principal resulta medio-alto comparado con los 0,25 l/min de nitrógeno empleados por CORK *et al.* (1990) y los 9 l/min de DEN OTTER y SAINI (1985); la cantidad de disolución utilizada (20 ml) es simi-

lar a los 25 ml empleados por diversos autores (BARATA, 1997; PARK y HARDIE, 1998; VAN TOL y VISSER, 2002), y aunque está muy por debajo de los 50 ml de WEIBBECKER *et al.* (1997) se puede considerar alta frente a los 3 ml de BARATA *et al.* (2002) o los 10 ml de WHITE y BIRCH (1987), y PARK *et al.* (2002). Estas condiciones de estimulación intensas han permitido la captación de respuestas por pequeñas que éstas pudieran resultar; y sin embargo el comportamiento de las respuestas no hace temer la saturación de los receptores olfativos o la aparición de problemas de desecación de la antena frente a flujos de aire continuos de tal magnitud.

Por último, las causas por las que no se encuentra ningún tipo de respuesta en algunos insectos pueden ser de dos tipos: no se logra un contacto eléctrico adecuado con la

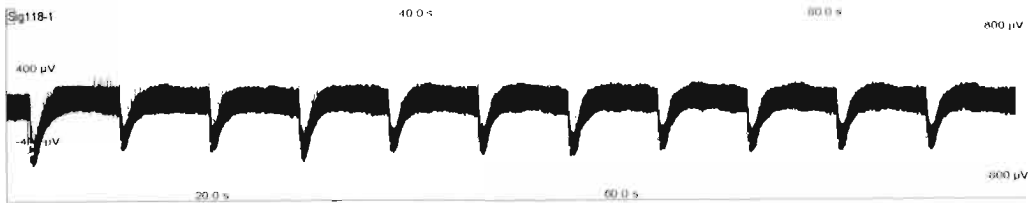


Figura 8. Respuestas de *C. welen-sii* frente a inyecciones sucesivas, automatizadas cada 9 segundos, con 20 ml de (*E*)-2-hexenal 50% (v/v) en aceite de parafina.

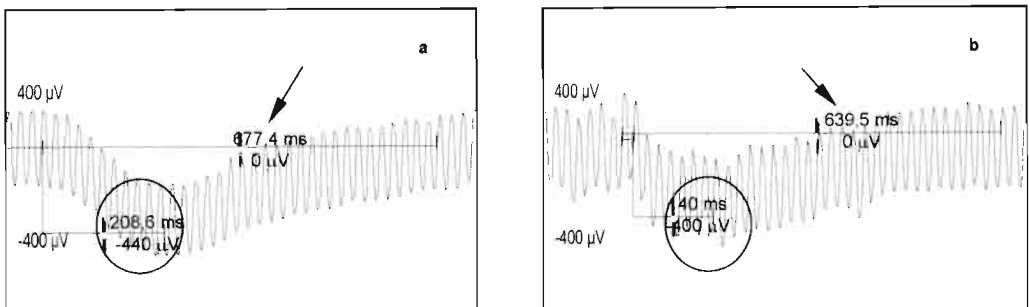


Figura 9. Respuestas de un ejemplar de *P. germari* frente a 20 ml de trementina al 50% (v/v) en aceite de parafina, aplicados mediante dos procedimientos: a) inyección manual de 10 ml de aire con jeringa; b) inyección automatizada (0,5 l/min durante 0,3 s; equivalentes a  $\approx$ 2,5 ml). La circunferencia enmarca los valores del potencial negativo máximo (440 mV en el primer caso y 400 mV en el caso automatizado) resultante de la estimulación, así como el tiempo que tarda en ser alcanzado (milisegundos), tal y como son mostrados por la herramienta de medición del programa AutoSpike. Las flechas indican el tiempo de retorno a la situación de reposo, medido con la misma herramienta.

antena del insecto, o bien puede que el estado fisiológico del mismo no sea el adecuado; también pueden darse las dos cuestiones simultáneamente.

El contacto eléctrico puede entorpecerse por muchas razones: obstaculización del flujo de hemolinfa dentro de los electrodos por alguna partícula; pérdida del contacto entre la solución salina y el filamento de plata de alguno de los electrodos; movimiento de un insecto mal fijado, que descoloca algún electrodo; o

simplemente la mala colocación inicial de alguno o los dos electrodos. En varios insectos en los cuales no se encontró respuesta se pudo apreciar que la preparación de la antena para la colocación de los electrodos no ocasionaba flujo de hemolinfa, o éste era escaso. Este grado de deshidratación hizo pensar que tales insectos estaban próximos a su longevidad fisiológica máxima, por lo cual el estado de la antena podría no ser el adecuado para la transmisión del estímulo recibido.

#### ABSTRACT

SÁNCHEZ-OSORIO I., R. TAPIAS, G. LÓPEZ, L. DOMÍNGUEZ. 2006. Device for testing the electroantennographic response to olfactory stimuli within Cerambycidae: basic frame and main parameters. *Bol. San. Veg. Plagas*, **32**: 109-119.

Electroantennography (EAG) is an electrophysiological technique using the electrical nature of the excitation of olfactory receptors in insects, after being stimulated by a volatile compound. This quality allows to study the role of semiochemical compounds in insects behaviour. After analyzing several equipments to study the EAG response, we propose a device for the application of these studies to woodborer beetles, particularly focussed to medium and large size species of the Cerambycidae family, like *Cerambyx* spp. and *Prinobius germari*, two of the main *Quercus* woodborers in Spain. The results show that both device and methodology proposed are suitable, allowing stable and low base-lines, as well as typical appearance of EAG responses, caused for a rapid depolarization followed by a more slow recovery phase back to the standing potential. These results display an interesting set of opportunities around the role of the olfactory cues in xilophagous cerambycids behaviour, and the application of this knowledge within an integrated pest management context.

**Key words:** electrophysiology, EAG, *Cerambyx*, *Prinobius*, *Quercus*.

#### REFERENCIAS

- BARATA, E. 1997: Olfactory mechanism underlying host-finding by the *Eucalyptus* woodborer, *Phoracantha semipunctata* Fab. (Coleoptera, Cerambycidae). A behavioural and electrophysiological approach. *Tesis doctoral*. Universidad de Évora, Portugal. 202 pp.
- BARATA, E. N., FONSECA, P., MATEUS, E., ARAÚJO J. 1992: Host-finding by *Phoracantha semipunctata* (Coleoptera, Cerambycidae): Host volatiles, electroantennogram recordings and baited field traps. *Proceedings of the 8th International Symposium on Insects-Plant Relationships*. Kluwer Academic. Dordrecht. pp.: 133-135.
- BARATA, E., MUSTAPARTA, H., PICKETT, J., WADHAMS, L., ARAÚJO, J. 2002: Encoding of host and non-host plant odours by receptor neurones in the eucalyptus woodborer, *Phoracantha semipunctata* (Coleoptera, Cerambycidae) [en línea]. Disponible en <http://link.springer.de/link/service/journals/00359/contents/02/00282/paper> [Consulta: 15 de mayo de 2005].
- CORACINI, M., BENGSSON, M., RECKZIEGEL, A., LÖFQUIST, J., FRANCKE, W., VILELA, E., EIRAS, A., KOVALESKI, A., WITZGALL, P. 2001: Identification of a four-component sex pheromone blend in *Bonagota cranaodes* (Lepidoptera, Tortricidae). *J. Econ. Entomol.* **94** (4): 911-914.
- CORK, A., BEEVOR, P. S., GOUGH, A. J., HALL, D. R. 1990: Gas chromatography linked to electroantennography: a versatile technique for identifying insect semiochemicals. En: McCaffery, A. R.; Wilson, I. D. (eds.). *Chromatography and isolation of insect hormones and pheromones*. Plenum Press, New York. 271-280.
- DEN OTTER, J. C., SAINI, R. K. 1985: Pheromone perception in the tse tse fly, *Glossina morsitan morsitans*. *Entomol Exp. Appl.*, **39**: 155-161.
- DOLZER, J. 2002: Mechanism of modulation and adaptation in pheromone-sensitive of the hawkmoth *Manduca sexta* [en línea]. Disponible en



- [archiv.ub.uni-marburg.de/diss/z/2002/0185](http://archiv.ub.uni-marburg.de/diss/z/2002/0185) [Consulta, enero de 2005].
- IKEDA, T., OHYA, E., MAKIHARA, H., NAKASHIMA, T., SAITOH, A., TATE, K., KOJIMA, K. 1993: Olfactory responses of *Anaglyptus subfasciatus* Pic and *Demonax transilis* Bates (Coleoptera, Cerambycidae) to flower scents. *Journal of the Japanese Forestry Society*, **75** (2): 108-112.
- KAISLING, K. E. 2002: Model of perireceptor and receptor events in olfactory sensilla. En: ESITO-VI: *European Symposium for Insect Taste and Olfaction* [en línea]. Disponible en [www.esito-symp-org/](http://www.esito-symp-org/) [Consulta junio de 2005].
- KELLING, F. J. 2001: Olfaction in Houseflies: Morphology and Electrophysiology [en línea]. Disponible en [www.ub.rug.nl/eldoc/dis/science/](http://www.ub.rug.nl/eldoc/dis/science/). 144 pp. [Consulta, enero de 2005].
- LÁNSKY, P. 2001: Receptor heterogeneity and its effect on sensitivity and coding range in olfactory sensory neurons. *Bulletin of Mathematical Biology*, **63**: 885-908.
- MALO, E., RENOU, M., GUERRERO, A. 2000: Analytical studies of *Spodoptera littoralis* sex pheromone components by electroantennography and coupled gas chromatography- electroantennographic detection. *Talanta*, **52**: 525-532.
- NAGAI, T. 1981: Electroantennogram response gradient on the antenna of the european corn borer. *Ostrinia nubilalis*. *J. Insect Physiol.*, **27**: 889-894.
- PARK, K. C., HARDIE, J. (1998): An improved aphid electroantennogram. *Journal of Insect Physiology*, **44** (10): 919-928.
- PARK, K., OCHIENG, S., ZHU, J., BAKER, T. 2002: Odor discrimination using insect electroantennogram responses from an insect antennal array. *Chem. Senses*, **27**: 343-352.
- ROELOFS, W. L., 1984: Electroantennogram assays: rapid and convenient screening procedures for pheromones. En: *Techniques in pheromone research*. Springer-Verlag, New York. 131-159.
- STRUBLE, D., ARN, H. 1984: Combined gas chromatography and electroantennogram recording of insect olfactory response. En: *Techniques in pheromone research*. Springer-Verlag, New York. 161-178.
- SYNTECH (1998): *Electroantennography: a practical introduction*. Syntech, Hilversum, The Netherlands. 13 pp.
- THIÉRY, D., MARION-POLL, F. 1998: Electroantennogram responses of douglas-fir seed chalcids to plant volatiles. *Journal of Insect Physiology*, **44**: 483-490.
- VAN TOL, R., VISSER, J. 2002: Olfactory antennal responses of the vine weevil *Otiorhynchus sulcatus* to plant volatiles. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, **102**: 49-64.
- WEIBBECKER, B., SCHÜLTZ, S., KLEIN, A., HUMMEL, H. 1997: Analysis of volatiles emitted by potato plants by means of a colorado beetle electroantennographic detector. *Talanta*, **44**: 2217-2224
- WHITE, P. R., BIRCH, M. C. 1987: Female sex pheromone of the common furniture beetle *Anobium punctatum* (Coleoptera, Anobiidae): extraction, identification and bioassays. *J. Chem. Ecol.*, **13**: 1695-1706.

(Recepción: 12 agosto 2005)

(Aceptación: 14 diciembre 2005)



## Comunicación

### Controle de *Sitophilus linearis* (Herbst)(Coleóptera: Curculionidae) em *Tamarindus indica* através da radiação gama do Cobalto-60

V. ARTHUR, P. B. ARTHUR

O objetivo desta pesquisa foi determinar a dose letal e esterilizante de radiação gama do Cobalto-60 para controlar adultos de *Sitophilus linearis* em frutos de tamarindo. Para a realização do experimento foram utilizados frutos de tamarindo desinfestados por radiação gama com uma dose de 1.0 kGy. Cada tratamento constou de 4 repetição e cada uma com 10 frutos, num total de 40 frutos e 40 insetos por tratamento. As doses de radiação gama utilizadas foram : 0 (test.), 50, 100, 150 e 200 Gy, sob uma taxa de dose de 1,756 kGy/hora. O experimento foi conduzido em uma sala climática com temperatura de  $25\pm 3^{\circ}\text{C}$  e umidade relativa de  $70\pm 5\%$ . A avaliação da mortalidade dos insetos foi feita a cada 7 dias após a irradiação. Os resultados obtidos mostraram que a dose de 50 Gy foi suficiente para causar a esterilização e 200 Gy foi a dose letal para os insetos adultos desta espécie.

V. ARTHUR. Laboratório de Irradiação de Alimentos e Radioentomologia do Centro de Energia Nuclear na Agricultura, CENA/USP, C.P. 96, CEP: 13400-970, Piracicaba, SP., Brasil. E-mail: arthur@cena.usp.br  
P. B. ARTHUR. UNIP, Rua Dr. Bacelar, 1212 – Mirandópolis – CEP: 04026-002 - São Paulo - Brasil.

**Palavras chave:** Controle, *Sitophilus linearis*, *Tamarindus indica*, radiação gama.

## INTRODUÇÃO

O gênero *Sitophilus* é representado no Brasil por quatro espécies sendo três conhecidas como gorgulho dos cereais, *S. oryzae*, *S. zeamais*, *S. granarius* e a quarta espécie o *S. linearis* como gorgulho do tamarindo. Todas as espécies são exóticas, sendo que a espécie *S. linearis* originou-se na Índia e foi para outros países segundo, COTTON, 1920 e 1921 relata que provavelmente esta praga ocorra em todos os locais onde plantas do tamarindo *Tamarindus indica* foi introduzido, sendo o hospedeiro natural do *S. linearis*. Sua primeira citação foi feita em 1930 por Azevedo no Estado da Bahia. Uma pesquisa sobre a sua

biologia foi feita por GONÇALVES em 1935. Este mesmo autor cita que em alguns casos o índice de infestação é tão grande que as vezes não é possível colher nenhum fruto, uma vez que adultos colocam seus ovos no interior das sementes, onde as larvas se desenvolvem abrindo galerias e conseqüentemente destruindo totalmente as sementes. Geralmente o consumo do fruto é feito in natura e a aparência dos insetos nos frutos leva a uma depreciação do produto para o comércio. Processos físicos de tratamento como calor, frio e irradiação são os que tem chamado nossa especial atenção como métodos alternativos de controle deste inseto uma vez que o controle químico através de fumigantes deixa resíduos

tóxicos e estão sendo banidos do comércio como é o caso dos fumigantes, e neste caso torna-se praticamente impossível o seu uso. Como a radiação ionizante é uma técnica já consagrada na preservação de alimentos e efetiva na desinfestação de insetos como tratamento quarentenário ARTHUR (1997), ARTHUR (1998). Devido a esses problemas o objetivo da pesquisa foi determinar a dose esterilizante de radiação gama para *S. linearis* em frutos de tamarindo como um método alternativo de controle.

## MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada no Laboratório de Irradiação de Alimentos e Radioentomologia do Centro de Energia Nuclear na Agricultura CENA/USP, Piracicaba, Estado de São Paulo, Brasil. Para a irradiação foram utilizados frutos de tamarindo desinfestados com uma dose de 1,0 kGy. Cada tratamento constou de 4 repetição e cada uma com 10 frutos, e 10 insetos adultos, num total de 40 insetos adultos por tratamento, provenientes de uma criação mantida em laboratório por mais de dez gerações. As doses de radiação gama utilizadas foram: 0 (test.), 50, 100, 150 e 200 Gy, sob uma taxa de dose de 1,756 kGy/hora, como fonte de irradiação utilizou-se uma de Cobalto-60 tipo Gammacell-220. O experimento foi conduzido em uma sala climática com temperatura de  $25 \pm 3^\circ\text{C}$  e umidade relativa de  $70 \pm 5\%$ . A avaliação da mortalidade dos insetos foi feita a cada 7 após a irradiação fazendo-se a contagem dos insetos mortos em

cada repetição. Após 80 dias foi feita também a contagem de insetos emergidos na geração filial F-1. O delineamento estatístico foi inteiramente ao acaso e os resultados foram submetidos a análises de variância e a comparação das médias foi feita pelo teste de Tukey em nível de 5%.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Constam na Tabela 1 o número médio de insetos mortos, porcentagem de mortalidade e a emergência da geração filial F-1, para adultos de *Sitophilus linearis* irradiados com doses crescentes de radiação gama do Cobalto-60. Os resultados dessa Tabela mostram que a partir da dose de 50 Gy a irradiação induziu danos mais drásticos nos insetos, aumentando gradativamente a sua mortalidade. Mas a mortalidade total dos insetos só foi obtida com a dose de 200 Gy. A dose que induziu a esterilização para os insetos adultos dessa espécie de inseto foi a de 50 Gy. Estando esses resultados de acordo com os de ARTHUR (1984), ARTHUR et al. (1986), ARTHUR et al. (1979), ARTHUR et al. (1999), RIBEIRO et al. (1994) quando irradiaram *Sitophilus oryzae*, *S. zeamais* e *S. granarius*. Como sabemos que uma população estéril é uma população extinta, e a aplicação da radiação gama como tratamento quarentenário se baseia em dois critérios: inviabilização do desenvolvimento ou seja a esterilização impedindo o inseto de se reproduzir e o outro é indução da morte diretamente nos estágios de desenvolvimento do inseto. Baseados nos resultados desta pesquisa e nos da literatu-

Tabela 1. Mortalidade média e porcentagem mortalidade de adultos de *Sitophilus lineares* e sua geração F-1, após 80 dias da irradiação, com doses crescentes de radiação gama, do Cobalto-60.

Doses Gy	mortalidade média de insetos após 80 dias da irradiação	% de mortalidade	geração F-1
0	3,0 a	30,0	152
50	4,0 a	40,0	0
100	8,8 b	87,5	0
150	9,8 b	97,5	0
200	10,0 b	100,0	0

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

ra citada podemos recomendar a dose de 200 Gy para se fazer a desinfestação quarentenária de frutos de tamarindos infestados com *S. linearis*, conservando as qualidades organo-lépticas do fruto irradiado.

## AGRADECIMENTOS

Trabalho Financiado pela Agência Internacional de Energia Atômica - IAEA, Contrato de Pesquisa N<sup>o</sup>1085/R0.

## RESUMEN

ARTHUR V., P. B. ARTHUR. 2006. Control de *Sitophilus linearis* (Herbst) (Coleoptera: Curculionidae) en *Tamarindus indica* a través de la radiación gamma del Cobalto-60. *Bol. San. Veg. Plagas*, 32: 121-124.

El objetivo de esta investigación fue determinar la dosis letal y de esterilización de radiación gamma del Cobalto-60 para controlar los insectos adultos de *Sitophilus linearis* en frutos de tamarindo. Para la realización del experimento se desinfectaron frutas del tamarindo por radiación gamma con una dosis de 1.0 kGy. Cada tratamiento consistió en 4 repeticiones con 10 frutos cada una, con un total de 40 frutos y 40 insectos por tratamiento. Las dosis de radiación gamma utilizadas fueron: 0 (test.), 50, 100, 150 y 200 Gy, bajo una proporción de dosis de 1,756 kGy/hora. El experimento se guardó en una sala climática con temperatura de 25±3°C y humedad relativa de 70±5%. La evaluación de la mortalidad de los insectos se efectuó cada 7 días después de la irradiación. Los resultados obtenidos mostraron que la dosis de 50 Gy fue suficiente para causar la esterilización y 200 Gy fue la dosis letal para los insectos adultos de esta especie.

**Palabras clave:** Control, *Sitophilus linearis*, *Tamarindus indica*, radiación gamma.

## ABSTRACT

ARTHUR V., P. B. ARTHUR. 2006. Control of *Sitophilus linearis* (Herbst) (Coleoptera: Curculionidae) in *Tamarindus indica* through of gamma radiation of Cobalt-60. *Bol. San. Veg. Plagas*, 32: 121-124.

The objective of this research was to determine the lethal and sterilization dose of gamma radiation of the Cobalt-60 to control adults of *Sitophilus linearis* in tamarind fruits. For the accomplishment of the experiment fruits of tamarind were disinfested by gamma radiation with a dose of 1.0 kGy. Each treatment consisted of 4 repetition and each one with 10 fruits, in a total of 40 fruits and 40 insects for treatment. The doses of gamma radiation used were: 0 (test.), 50, 100, 150 and 200 Gy, with a dose rate of 1,756 kGy/hora. The experiment was kept in a climatic room with temperature of 25±3°C and relative humidity of 70±5%. The evaluation of the mortality of the insects was made every 7 days after the irradiation. The obtained results showed that the dose of 50 Gy was enough to cause the sterilization and lethal dose was 200 Gy to adult insects of this species.

**Key words:** Control, *Sitophilus linearis*, *Tamarindus indica*, gamma radiation.

## REFERENCIAS

- ARTHUR, V. 1984. Determinação da dose esterilizante de radiação gama para adultos de *Sitophilus granarius* (L., 1758)(Col., Curculionidae) em trigo. In: SEMINÁRIO REGIONAL SOBRE TÉCNICAS NA PRODUÇÃO DE PLANTAS AGRÍCOLAS, Piracicaba, 1984. *Resumos*. Piracicaba, CENA/USP, p.60, 1984.
- ARTHUR, V. 1997. Controle de insetos-praga por radiações ionizantes. *Biológico*, **59** (1): 77-79.
- ARTHUR, V. 1998. Uma visão crítica do uso da radiação gama como tratamento quarentenário para moscas-das-frutas. Tese de Livre-Docente, CENA/USP, Piracicaba, SP., 61p..
- ARTHUR, V.; FRANCO, S.S.H.; FRANCO, J.G. 1999. Emprego da radiação gama do Cobalto-60 na desinfestação de *Sitophilus granarius* em trigo. In: REUNIÃO ANUAL DE PESQUISA DE TRIGO, 18. Passo Fundo, 1999. *Anais.*, (2): 572-577.
- ARTHUR, V.; HADDAD, S. S.; WALDER, J. M. M.; WIENDL, F. M. 1986. Determinação da esterilizante de radiação gama para adultos de *Sitophilus granarius* (L.,1758)(Col., Curculionidae) em milho. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA, 38., Curitiba, 1986. *Resumos. Ciência e Cultura*, Suplemento **38** (7): 5.
- AZEVEDO, A. de. 1930. Um coleóptero nocivo ao tamarindeiro. Calandra(*Sitophilus*)*linearis* Herbst. *Correio Agrícola*, Bahia, (8): 223.
- COTTON, R. T. 1920. Tamarind pod-borer. *Sitophilus linearis* (Herbst). *Journal of Agricultural Research*, **20** (6): 439-449.
- COTTON, R. T. 1921. Four *Rhynchophora* corn in storage. *Journal of Agricultural Research*, **20** (8):605-614.
- GONÇALVES, C. R.1935. Sobre a biologia de *Sitophilus linearis* (Herbst)(Col., Curcul.). *Revista de Entomologia*, **5** (4): 414-420.
- MARTINS, M.; ARTHUR, V. 1994. Determinação da dose esterilizante de radiação gama do Cobalto-60 para adultos de *Sitophilus zeamais* Mots., 1855 (Col., Curculionidae) em milho. *Revista de Agricultura*, **69** (1): 67-72.
- RIBEIRO, E. M. C.; ARTHUR, V.; WIENDL, F. M. 1984. Determinação da dose letal imediata para adultos de *Sitophilus granarius* (L., 1758)(Col., Curculionidae) por intermédio da radiação gama. In: CONGRESSO BRASILEIRO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS, 4., Taubaté, 1984. *Resumos*. Taubaté, p.160.

(Recepción: 5 octubre 2005)

(Aceptación: 1 diciembre 2005)

## Actividad antialimentaria de *Maytenus boaria* Mol., *Peumus boldus* Mol. y *Quillaja saponaria* Mol. sobre *Spodoptera littoralis* (Boisd).

N. ZAPATA, F. BUDIA, G. SILVA, E. VIÑUELA, P. MEDINA

El principal objetivo de este estudio fue evaluar el efecto insecticida y antialimentario de hojas de *M. boaria* y *P. boldus* y corteza de *Q. saponaria* molidas y agregadas en la dieta artificial larvaria de *S. littoralis* al 1 y 4%. Con esta dieta se alimentaron larvas desde neonatas y durante todo su desarrollo. Se evaluó periódicamente mortalidad, peso ganado y tiempo en alcanzar el estado de pupa. También se evaluó la actividad antialimentaria para larvas de tercer estadio, estableciéndose experimentos de elección y no elección, empleando dieta tratada al 1, 2 y 4%. Se calcularon los índices de disuasión y supresión de la alimentación, la inhibición de la alimentación y el crecimiento, la ingestión diaria de alimento y el incremento de peso larvario. Cuando se trataron larvas de forma continuada desde neonatas se redujo severamente la supervivencia y la ganancia de peso larvaria. Transcurridos 18 días, *Q. saponaria* y *P. boldus* aplicados al 4% ocasionaron una mortalidad del 80% de la población. Además, a los 40 días, ninguno de los individuos que consumió regularmente dieta tratada al 1 y 4% había alcanzado el estado de pupa. El mayor efecto antialimentario para larvas de tercer estadio de *S. littoralis* se obtuvo tras añadir a la dieta artificial hojas molidas de *M. boaria*, y de *P. boldus*.

N. ZAPATA, F. BUDIA, E. VIÑUELA, P. MEDINA. Unidad de Protección de Cultivos, E.T.S.I. Agrónomos. Ciudad Universitaria, s/n. 28040 Madrid. E-mail: nelson\_zapata@yahoo.com  
G. SILVA. Facultad de Agronomía, Universidad de Concepción, Casilla 537, Chillán, Chile.

**Palabras clave:** *Spodoptera littoralis*, *Maytenus boaria*, *Peumus boldus*, *Quillaja saponaria*, actividad antialimentaria.

### INTRODUCCIÓN

Las plantas producen numerosos y variados compuestos orgánicos, de los cuales, la gran mayoría parecen no participar directamente en su crecimiento y desarrollo. Estas sustancias han sido tradicionalmente denominadas metabolitos secundarios (HARTMANN, 1996; CROTEAU *et al.*, 2000). Funcionalmente, la presencia de este tipo de compuestos en las plantas les permitiría defenderse de condiciones ambientales adversas, herbívoros y enfermedades (HARTMANN, 1996; KESSLER & BALDWIN, 2002;

WITTSTOCK & GERSHENZON, 2002). Todos los insectos fitófagos en los cuales se ha estudiado el efecto de estos compuestos han mostrado algún tipo de respuesta modificada su comportamiento y produciendo algún tipo de reacción negativa (CHAPMAN, 2003), siendo la inhibición de la alimentación una de las que mayor atención ha recibido (KUBO, 1993; FRAZIER & CHYB, 1995). Se considera que la mayoría de las plantas con pocas o ninguna plaga pueden contener compuestos antialimentarios. Es posible encontrar sustancias vegetales de casi todas las clases químicas con propiedades antialimentarias,

entre las cuales algunos terpenos y alcaloides han resultado ser muy potentes (SCHONHOVEN, 1982). Sin embargo, no parece posible encontrar un compuesto que tenga actividad antialimentaria para todos los insectos (SZENTESI, 2002).

*Maytenus boaria* Mol. es una especie de la familia Celastraceae que comprende unas 850 especies, que se encuentran ampliamente distribuidas en zonas cálido-templadas del mundo (ALARCÓN *et al.*, 1993). Esta especie ha sido muy estudiada desde el punto de vista químico y biológico por su relativa abundancia y extenso uso medicinal. De su parte aérea (hojas y ramas) se han aislado cerca de treinta sesquiterpenos (MUÑOZ *et al.*, 1999).

*Peumus boldus* Mol. (Monimiaceae) es un árbol pequeño de hojas perennes, endémico en Chile, donde crece preferentemente en la zona central, que posee un clima de tipo templado (MUÑOZ *et al.*, 1999). Sus hojas ovaladas, quebradizas y muy aromáticas contienen de 1 a 3% de aceite esencial rico en hidrocarburos terpénicos, glicósidos y alcaloides siendo el más conocido la boldina (MUÑOZ *et al.*, 1999; BRUNETON, 2001). Las hojas molidas de *P. boldus* han demostrado tener actividad insecticida contra plagas de almacén (SILVA *et al.*, 2003).

*Quillaja saponaria* Mol. (Rosaceae) es un árbol que puede alcanzar hasta los 15 metros de altura, con hojas pequeñas simples y persistentes (MUÑOZ *et al.*, 1999). La corteza de esta especie contiene gran cantidad de saponinas triterpénicas (8,5-16,4%), utilizadas en la industria de alimentos, farmacéutica y perfumería por sus propiedades emulsionantes. También sirve como emulgente de pesticidas (MUÑOZ *et al.*, 1999; SAN MARTÍN & BRIONES, 1999; BRUNETON, 2001). Extractos de *Q. saponaria* ricos en saponinas han resultado efectivos para controlar enfermedades de plantas (APABLAZA *et al.*, 2002) y larvas de dípteros (PELAH *et al.*, 2002).

La rosquilla negra (*Spodoptera littoralis* Boisduval) es un noctuido muy perjudicial en toda la zona mediterránea y del sur de España. Ataca especialmente a plantas hortícolas y

es muy polífaga. Para su control están registrados actualmente diversos insecticidas, tales como *Bacillus thuringiensis*, Spinosad, Triclorfon, Carbaril y reguladores de crecimiento como el Tebufenocida y algunos inhibidores de la síntesis de quitina, como Lufenuron o Flufenoxuron (DE LIÑAN, 2004).

La incorporación de compuestos antialimentarios en los sistemas de manejo integrado de plagas, pueden resultar muy útiles como complemento o alternativa a los sistemas clásicos de control. Podrían reducir el empleo de insecticidas convencionales que resulten poco recomendables debido a su alta persistencia y toxicidad en el medio. En este sentido, el presente trabajo tuvo como objetivo evaluar la actividad antialimentaria de las especies *M. boaria*, *P. boldus* y *Q. saponaria* en larvas de *S. littoralis*.

## MATERIAL Y MÉTODOS

### Material vegetal

Se recogieron hojas completamente desarrolladas de *P. boldus* y *M. boaria*, y en el caso de *Q. saponaria*, corteza del tronco principal (Figura 1). El material vegetal fue recolectado en la zona central de Chile (Provincia de Ñuble) a inicios de verano. El estado fenológico de las especies correspondía a maduración de frutos para *P. boldus* y *M. boaria* y floración para *Q. saponaria*. El material se secó en una estufa a 30 °C hasta alcanzar un peso constante. Posteriormente, se molió hasta reducirlo a partículas de aproximadamente 1,0 mm y se almacenó a 4 °C hasta su empleo.

### Insectos

Para la realización de los ensayos se emplearon larvas neonatas y de tercer estadio de *S. littoralis* que procedían de una cría a pequeña escala que se ha mantenido durante numerosas generaciones en laboratorio sin aplicación de insecticidas. Las larvas fueron alimentadas con dieta artificial (POITOUT & BUES, 1974) y los adultos con una solución de miel pura en agua al 10%. La cría de los insectos y los experimentos efectuados se mantuvieron bajo condiciones controladas



A)



B)



C)



Figura 1. Especies vegetales empleadas en el estudio.  
*Peumus boldus* (A), *Quillaja saponaria* (B) y  
*Maytenus boaria* (C).

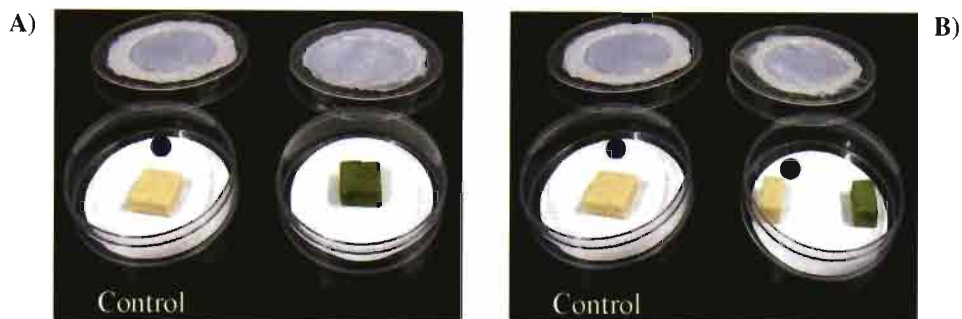


Figura 2. Unidades empleadas para efectuar los ensayos con *Spodoptera littoralis*: A) no elección, B) elección. El punto azul indica alimento sin tratar.

de temperatura ( $25 \pm 2^\circ\text{C}$ ), humedad relativa ( $75 \pm 5\%$ ) y fotoperíodo (16:8 luz:oscuridad).

#### Ensayo con larvas neonatas

Se depositaron grupos de 10 neonatas (<12 h de edad) por repetición, en cajas de plástico de 12 cm de diámetro por 5,5 cm de alto, con ventilación en la parte superior mediante una tela de visillo pegada a un orificio de aproximadamente 5 cm. de diámetro. El fondo de cada caja fue cubierto con papel de filtro que se cambió periódicamente para evitar el exceso de humedad y prevenir problemas sanitarios. Con este mismo fin el alimento se renovó cada 3 días.

El ensayo consistió en el suministro *ad libitum* de dieta artificial tratada mezclando directamente hojas deshidratadas y molidas de *M. boaria*, *P. boldus* y corteza de *Q. saponaria* con el resto de los componentes de la dieta a concentraciones del 1 y 4%. Todos los ingredientes fueron mezclados a una temperatura inferior de  $40^\circ\text{C}$  para prevenir posibles alteraciones químicas de sus componentes. También se añadió un control con dieta no tratada. Se establecieron 5 repeticiones por cada concentración y control. Se evaluó la mortalidad larvaria a los 3, 6, 9, 12, 15, 18, 24, 30 y 40 días desde el inicio del experimento, el peso acumulado a los 5, 10 y 15 días, y también se registró el tiempo necesario para alcanzar el estado de pupa.

#### Ensayos con larvas de tercer estadio

Se seleccionaron larvas de tercer estadio

con un peso aproximado de  $30 \pm 5$  mg de *S. littoralis*, que previamente habían sido sometidas a un ayuno de 4 horas. Tras pesarlas, grupos de 5 larvas por repetición se depositaron en cajas de plástico iguales a las descritas para el ensayo anterior; se les suministraron cantidades conocidas de dieta artificial con concentraciones de 1, 2 y 4% (p/p) de cada especie vegetal, siguiendo el mismo procedimiento que en el ensayo precedente. Se realizaron 5 repeticiones por concentración y control.

Se establecieron dos experimentos: uno en el cual se suministró sólo alimento tratado (ensayo de no elección) y otro donde se ofrecía la posibilidad de ingerir alimento tratado y no tratado (ensayo de elección). En ambos casos se añadió un control con dieta sin tratar (Figura 2). Al cabo de tres días se retiraron las larvas supervivientes, se congelaron y se secaron en una estufa para conocer su peso seco final. De igual modo, el alimento sobrante en cada caso se secó para determinar por diferencia de peso la cantidad consumida y así referir todos los datos a materia seca. El peso seco inicial de las larvas y de la dieta se estimó considerando el porcentaje de materia seca obtenida de un muestreo al azar de dieta y larvas efectuado al inicio de los experimentos, utilizando 5 repeticiones en cada caso.

Con los datos procedentes del *experimento de elección* se calcularon los siguientes índices:

- Índice de disuasión de la alimentación (%) =  $[(Ic - It) / (Ic + It)] \times 100$

- Índice de supresión de la alimentación (%) =  $[(Ic - Ict)/Ic] \times 100$ .

Con los datos del experimento de no elección se calcularon los índices:

- Índice de inhibición de la alimentación (%) =  $[(Ic - It)/Ic] \times 100$
- Índice de inhibición del crecimiento (%) =  $[(Pc - Pt)/Pc] \times 100$ .

Donde: Ic = ingestión en control; It = ingestión en tratado; Ict =  $\Sigma$  [ingestión de alimento no tratado + tratado, en el tratamiento de elección]; Pc = peso larvas control; Pt = peso larvas tratadas (BENTLEY *et al.*, 1984; RAFFA & FRAZIER, 1988; SADEK, 2003).

Además, con los datos del experimento de no elección se calculó la ingestión diaria de alimento y el incremento diario de peso larvario.

### Análisis estadístico

Los datos obtenidos en todos los experimentos fueron sometidos a un análisis de varianza (ANOVA) y sus medias fueron comparadas mediante el test estadístico LSD (de mínimas diferencias significativas), con un nivel de confianza del 95% ( $P < 0,05$ ) utilizando el programa estadístico Statgraphics (STSC, 1987). Para cumplir con las premisas del ANOVA, cuando fue necesario, los datos fueron transformados por  $\sqrt{(x+0,5)}$  (STEEL & TORRIE, 1985).

## RESULTADOS

### Efecto en larvas neonatas

La ingestión continuada de dieta tratada afectó significativamente a la ganancia de peso de las larvas cuando fueron tratadas desde neonatas (Cuadro 1). Independientemente de la especie vegetal y de la concentración empleada, al quinto día de tratamiento las larvas no superaban 1 mg de peso, siendo el peso medio en el control 5 veces superior. Una tendencia similar, pero con una diferencia muy superior a favor del control se observó al cabo de 15 días de tratamiento. Las larvas del control pesaban más de 600 mg, mientras que las tratadas con las diferentes plantas no superaban los 16 mg.

La alimentación de las larvas de *S. littoralis* desde neonatas con las diferentes especies vegetales demostró tener un efecto tóxico dependiente de la especie vegetal agregada y de la concentración aplicada (1 ó 4%). Como se puede observar en la Figura 3A, cuando se trató la dieta al 1%, los primeros 18 días sólo se obtuvo una mortalidad máxima del 40%, con la corteza *Q. saponaria*. A los 40 días de evaluación, la dieta tratada con esta misma especie vegetal había ocasionado una mortalidad del 94%. Cuando se añadieron las especies vegetales en la dieta al 4% la mortalidad larvaria de *S. littoralis* a los 24 días de tratamiento superó el 80% en todos

Cuadro 1.- Evolución del peso larvario de *Spodoptera littoralis* alimentadas desde neonatas con dieta artificial tratada con hojas de *Maytenus boaria*, *Peumus boldus* y corteza de *Quillaja saponaria*.

Tratamiento	Conc. (%)	Peso larvario según días de desarrollo (mg/larva)		
		5 <sup>1</sup>	10 <sup>2</sup>	15 <sup>3</sup>
Control	-	5.3 ± 0.5 a	247.8 ± 16.3 a	619.5 ± 40.7 a
<i>M. boaria</i>	1	0.8 ± 0.1 b	3.0 ± 0.2 b	15.8 ± 1.9 b
	4	0.2 ± 0.0 b	0.3 ± 0.0 b	0.7 ± 1.9 c
<i>P. boldus</i>	1	0.2 ± 0.0 b	1.5 ± 0.0 b	4.7 ± 0.0 bc
	4	0.2 ± 0.0 b	0.4 ± 0.0 b	0.9 ± 0.4 c
<i>Q. saponaria</i>	1	0.5 ± 0.0 b	1.1 ± 0.1 b	2.6 ± 0.6 c
	4	0.2 ± 0.0 b	0.5 ± 0.1 b	1.1 ± 0.2 c

Los valores son la media ± error estándar de 5 repeticiones. Letras distintas en la misma columna indican que los valores difieren significativamente entre sí ( $P < 0,05$ ) (ANOVA, LSD). <sup>1</sup>F=38,30; gl=6,33;  $P < 0,001$ . <sup>2</sup>F=105,17; gl=6,33;  $P < 0,001$ . <sup>3</sup>F=104,64; gl=6,33;  $P < 0,001$ .

los casos, y a los 40 días las tres especies vegetales aplicadas en la dieta provocaron la muerte de todos los individuos (Figura 3B). También retrasaron considerablemente el desarrollo de *S. littoralis*, de modo que a los 40 días de evaluación ninguno de los individuos que consumió regularmente dieta trata-

da al 1 y 4% había alcanzado el estado de pupa, mientras que en el control la pupación se produjo a los 18 días desde la emergencia.

*Ensayo en larvas de tercer estadio*

Cuando se ofreció a larvas de tercer estadio al mismo tiempo alimento tratado y no tratado al 1, 2 y 4% con las diferentes plan-

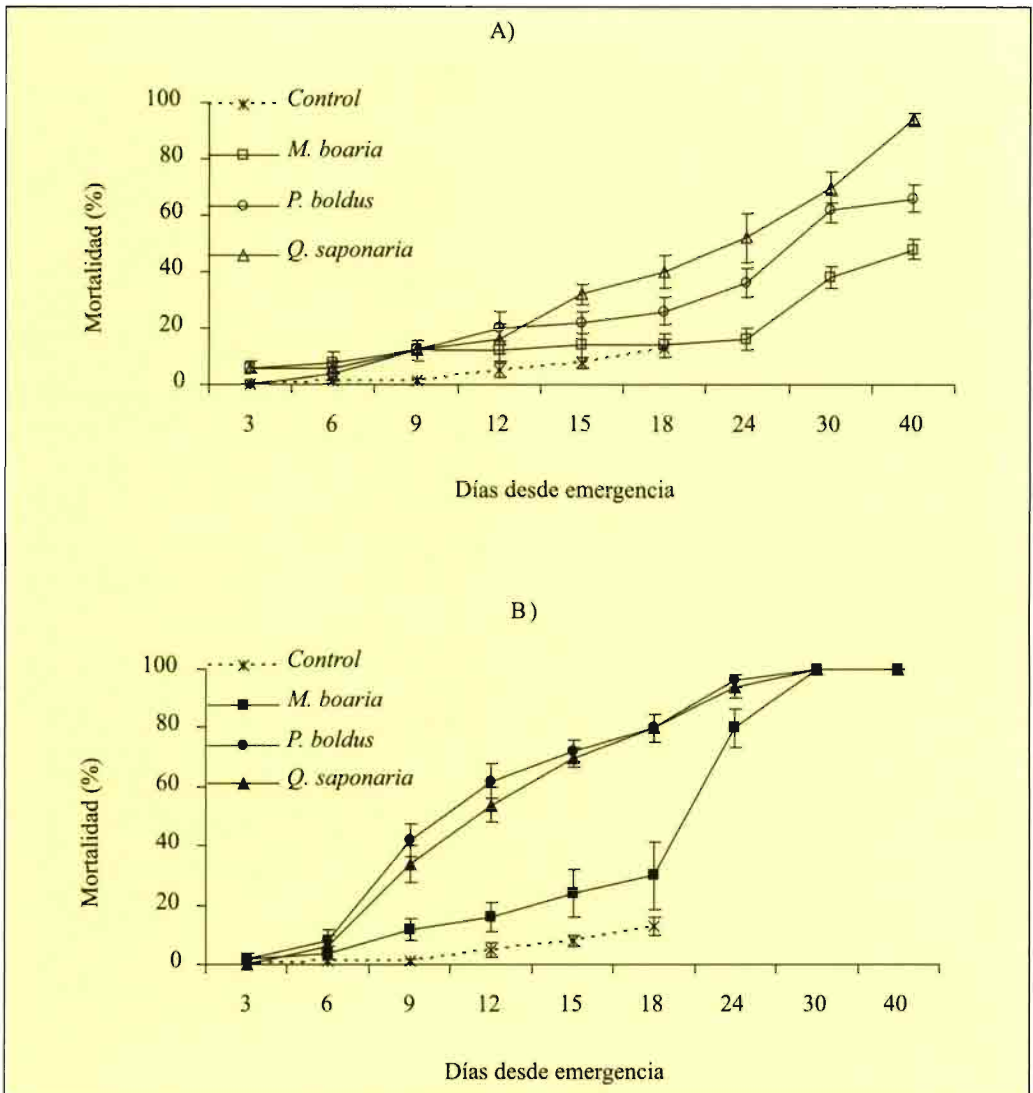


Figura 3. Evolución de la mortalidad larvaria de *Spodoptera littoralis* alimentadas desde neonatas con dieta artificial tratada con hojas de *Maytenus boaria*, *Peumus boldus* y corteza de *Quillaja saponaria* al 1% (A) y al 4% (B). Los valores son la media  $\pm$  error estándar de 5 repeticiones.

Cuadro 2.- Efecto antialimentario y nutricional de hojas de *Maytenus boaria*, *Peumus boldus* y corteza de *Quillaja saponaria* en larvas de tercer estadio de *Spodoptera littoralis*.

Especie vegetal	Concentración (%)		
	1	2	4
<b>Disuasión de la alimentación (%) Elección</b>			
<i>Q. saponaria</i>	37,0 ± 2,1 a	44,1 ± 4,9 a	73,1 ± 3,9 a
<i>P. boldus</i>	60,2 ± 3,0 b	73,8 ± 5,6 b	96,2 ± 2,8 b
<i>M. boaria</i>	73,4 ± 4,4 c	86,2 ± 1,8 b	98,3 ± 0,4 b
	(F=31,77; gl=2,12; P<0,001)	(F=13,52; gl=2,12; P<0,001)	(F=25,45; gl=2,12; P<0,001)
<b>Supresión de la alimentación (%) Elección</b>			
<i>Q. saponaria</i>	35,2 ± 4,4 b	36,2 ± 3,4 c	12,8 ± 1,2 b
<i>P. boldus</i>	21,8 ± 2,8 a	20,8 ± 3,2 b	14,7 ± 5,6 b
<i>M. boaria</i>	17,0 ± 6,0 a	9,0 ± 4,4 a	2,3 ± 3,3 a
	(F=4,19; gl=2,12; P=0,04)	(F=9,48; gl=2,12; P=0,003)	(F=7,13; gl=2,12; P=0,03)
<b>Inhibición de la alimentación (%) No elección</b>			
<i>Q. saponaria</i>	51,3 ± 1,9 a	52,7 ± 2,6 a	54,6 ± 1,5 a
<i>P. boldus</i>	61,6 ± 3,8 b	68,9 ± 0,8 b	78,1 ± 1,2 b
<i>M. boaria</i>	78,8 ± 1,3 c	84,0 ± 0,9 c	89,6 ± 1,0 c
	(F=29,37; gl=2,12; P<0,001)	(F=88,31; gl=2,12; P<0,001)	(F=200,82; gl=2,12; P<0,001)
<b>Inhibición del crecimiento (%) No elección</b>			
<i>Q. saponaria</i>	69,6 ± 2,3 a	70,3 ± 2,1 a	74,7 ± 1,6 a
<i>P. boldus</i>	75,7 ± 1,6 b	81,1 ± 2,4 b	86,7 ± 1,9 b
<i>M. boaria</i>	86,9 ± 1,3 c	90,2 ± 0,6 c	92,5 ± 0,8 c
	(F=23,67; gl=2,12; P<0,001)	(F=28,98; gl=2,12; P<0,001)	(F=34,93; gl=2,12; P<0,001)

Los valores son la media ± error estándar de 5 repeticiones. Letras distintas en la misma columna y parámetro evaluado indican que los valores difieren significativamente entre sí ( $P < 0,05$ ) (ANOVA, LSD). La primera letra del alfabeto se ha asignado al menor valor.

tas, la dieta tratada se consumió en menor cantidad que la no tratada, lo que derivó en un efecto disuasorio de la alimentación dependiente de la especie y concentración empleada (Cuadro 2). El mayor porcentaje de disuasión se alcanzó incorporando *M. boaria*, superando en todas las concentraciones el 70%. En cambio, *Q. saponaria* fue la especie que presentó la menor actividad disuasoria, alcanzando una actividad máxima del 73% cuando se ofreció al 4%. En contraste con estos resultados, el efecto supresor de la alimentación que tuvo la incorporación de las plantas en la dieta fue muy discreto y sólo alcanzó como máximo el 36% cuando se añadió *Q. saponaria* al 2%.

El suministro de alimento tratado a larvas de tercer estadio en condiciones de no elección produjo una disminución significativa

de su alimentación ( $F=142,81$ ;  $gl=9,40$ ;  $P<0,001$ ) (Figura 4A) y crecimiento ( $F=200,62$ ;  $gl=9,40$ ;  $P<0,001$ ) (Figura 4B). Independiente de la concentración empleada, *Q. saponaria* fue la especie que demostró la menor capacidad de inhibición de la alimentación, alcanzando sólo el 55%, mientras que *M. boaria* demostró el mayor poder de inhibición de la alimentación, superando el 78% (Cuadro 2). Una tendencia similar a la descrita anteriormente se observó en la capacidad para inhibir el crecimiento.

## DISCUSIÓN

### *Efecto sobre larvas neonatas*

La alimentación con dieta artificial tratada con las diferentes plantas no ocasionó mortalidad larvaria importante de *S. littoralis*.

*lis* durante su primera semana de vida. Sin embargo, en lo sucesivo, la ingestión continuada de estas plantas tuvo elevada actividad larvicida, tardando menos tiempo en manifestarse cuando se empleó corteza de *Q. saponaria* y hojas de *P. boldus*. La mortalidad larvaria en este estudio se expresó con

mayor lentitud que la descrita en un experimento de similares características en el que se había incorporado frutos pulverizados de *Trichilia havanensis* Jacq., que contienen altos niveles de limonoides, en la dieta larvaria de *S. littoralis* (LÓPEZ-OLGUÍN *et al.*, 1997). Estos autores encontraron que la mor-

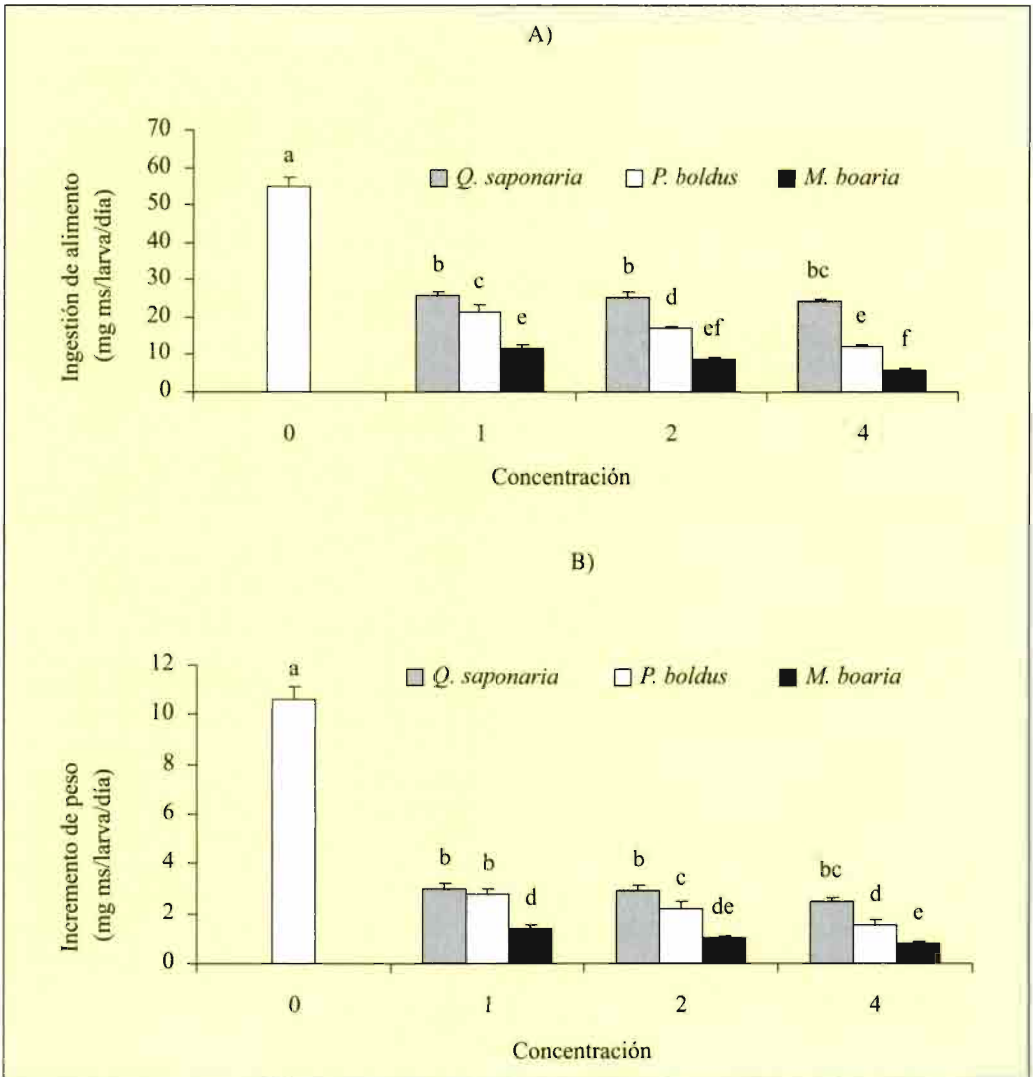


Figura 4. Ingestión de alimento (A) y ganancia de peso (B) de larvas de *Spodoptera littoralis* de tercer estadio alimentadas con dieta artificial tratada con hojas de *Maytenus boaria*, *Peumus boldus* y corteza de *Quillaja saponaria* a las concentraciones de 1, 2 y 4%. Las barras seguidas de distinta letra son significativamente diferentes (P < 0.05) (ANOVA, LSD).

talidad de neonatas llegó al 90% durante la primera semana de tratamiento, mientras que en el presente estudio no superó el 15%, por lo que es posible que estas especies vegetales no sean portadoras de metabolitos que causen toxicidad aguda a este insecto.

La escasa ganancia de peso de las larvas alimentadas con dieta tratada con las diferentes plantas se debe al reducido consumo de alimento que se observó durante el estudio. Además, este efecto negativo también se acentuó por la actividad antinutricional de algunos de los metabolitos secundarios muy abundantes en estas especies vegetales, tales como saponinas, taninos y aceites esenciales (REGNAULT-ROGER, 1997; ISMAN, 2000 ADEL *et al.*, 2000; PELAH *et al.*, 2002).

El retraso en el desarrollo observado podría estar asociado con la presencia de compuestos reguladores del crecimiento, descritos con mucha frecuencia en las plantas (BELLÉS, 1988; CÉSPEDES *et al.*, 2001; RODRÍGUEZ *et al.*, 2003). Prácticamente ninguna de las larvas que consumió dieta tratada fue capaz de alcanzar el estado de pupa. Estos mismos efectos también han sido observados cuando larvas de *S. littoralis*, en condiciones similares a las empleadas en este estudio, se alimentaron con dieta tratada con *Croton ciatoglanduliferus* Ort. (HUERTA *et al.*, 2002) y con *T. havanensis* (LOPÉZ-OLGUÍN *et al.*, 1997). También saponinas que se extrajeron de alfalfa han retrasado el desarrollo y crecimiento larvario de esta especie, además de provocar elevada mortalidad (ADEL *et al.*, 2000).

#### *Efecto sobre larvas de tercer estadio*

En los ensayos que se realizaron para estudiar el efecto sobre la alimentación en larvas de tercer estadio, en concordancia con lo obtenido en el experimento con neonatas, se evidenció claramente un fuerte efecto antialimentario de todas las especies vegetales estudiadas, resultando claramente más activa la especie *M. boaria*. La potente actividad antialimentaria observada en este caso se debería a la presencia de sesquiterpenos del tipo  $\beta$ -dehidro-agarofurano muy abundantes en esta planta (ALARCÓN *et al.*, 1993), y que

también se han aislado en otras especies del género *Maytenus* (GONZÁLEZ *et al.*, 1997).

Cuando los insectos tenían a su disposición alimento tratado y no tratado pudieron discriminar fácilmente la presencia de *M. boaria* y *P. boldus*, consumiendo en menor medida el alimento tratado con estas plantas, mientras que el grado de percepción fue menor cuando se empleó corteza de *Q. saponaria*. El grado de supresión de la alimentación (toxicidad aguda potencial) que se produce como consecuencia de haber ingerido alimento tratado, considerando que se tiene una fuente de alimento no tratado disponible, fue más elevada en los tratamientos que contenían *Q. saponaria* y *P. boldus*. Este efecto tóxico coincide con la mayor mortalidad obtenida cuando se suministra alimento tratado con estas especies vegetales a larvas desde neonatas.

La inhibición de la alimentación en condiciones de no elección manifestó la misma tendencia que en el caso de elección. Como era de esperar el rechazo del alimento tratado tuvo incidencia directa en el crecimiento larvario. Pero, aún cuando la inhibición de la alimentación fue menor en el caso del alimento tratado con *Q. saponaria* la inhibición del crecimiento fue muy importante, de lo cual, como ya se ha mencionado, podrían ser responsables la elevada concentración de saponinas presentes en la corteza de esta especie, manifestando un potente efecto antinutricional (SAN MARTÍN & BRIONES, 1999).

Dado el efecto larvicida de *P. boldus* cuando se trataron larvas desde neonatas, así como por su efecto antialimentario sobre larvas de tercer estadio, además de considerar que el empleo de sus hojas es de más fácil regeneración y menor impacto ecológico, parece interesante investigar en mayor profundidad la posible utilización de compuestos derivados de esta especie vegetal para la protección vegetal.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue financiado por el Ministerio Español de Ciencia y Tecnología (Pro-

yecto AGL2001-1652-C02-02 a E. Viñuela). Los autores agradecen a la Facultad de Agronomía de la Universidad de Concepción, Chile por la colaboración para identi-

car el material vegetal. Nelson Zapata agradece a Mideplan Chile, a la Fundación Ford y al Rectorado de la UPM por las becas predoctorales concedidas.

#### ABSTRACT

ZAPATA N., F. BUDIA, G. SILVA, E. VIÑUELA, P. MEDINA. 2006. Antifeedant activity of *Maytenus boaria* Mol., *Peumus boldus* Mol. and *Quillaja saponaria* Mol. against *Spodoptera littoralis* (Boisd). *Bol. San. Veg. Plagas*, **32**: 125-135.

The main goal of this study was to evaluate the insecticidal and antifeedant effects of *M. boaria* and *P. boldus* leaves and *Q. saponaria* bark, added in the artificial diet of *S. littoralis* larvae at 1 and 4%. Firstly, treated diet was offered to neonate larvae during their full development to pupa. Mortality, weight gained, and time to reach pupal stage were evaluated. Secondly, the antifeedant activity on L3 was evaluated by choice and non-choice experiments, using treated diet at 1, 2 and 4%. Index of feeding dissuasion and suppression, feeding and growth inhibition, and also daily food ingestion and increase of larvae weight were calculated. Continued ingestion of treated food from neonate larvae severely affected the survival and the weight gained. After 18 days, *Q. saponaria* and *P. boldus* added at 4% caused 80% mortality. In addition, after 40 days of treatment any individual consuming treated diet (1 and 4%) had reached pupal stage. The highest antifeedant activity on *S. littoralis* third instar was obtained after adding *M. boaria* and *P. boldus* ground leaves to the artificial diet.

**Key words:** *Spodoptera littoralis*, *Maytenus boaria*, *Peumus boldus*, *Quillaja saponaria*, antifeedant activity.

#### REFERENCIAS

- ADEL, M., SEHNAL, F., JURZYSTA, M. 2000. Effects of alfalfa saponins on the moth *Spodoptera littoralis*. *J. Chem. Ecol.* **26**: 1065-1078
- ALARCÓN, J., BECERRA, J., MUÑOZ, O. 1993. Género maytenus: una fuente potencial de insecticidas naturales. *Theoria*, **2**: 23-28.
- APABLAZA, G., DÍAZ, M., SAN MARTÍN, R., MOYA, E. 2002. Control de oídio de las cucurbitáceas con saponinas presentes en extractos de quillay (*Quillaja saponaria*). *Ciencia e Investigación Agraria*, **29**: 83-90.
- BELLÉS, X. 1988. Insecticidas biorracionales. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Madrid, España. 405 pp.
- BENTLEY, M., LEONARD, D., STODDARD, W., ZALKOW, L. 1984. Pyrrolizidine alkaloids as larval feeding deterrents for spruce budworm, *Choristoneura fumiferana* (Lepidoptera: Tortricidae). *Annu. Entomol. Soc. Am.* **77**: 393-397.
- BRUNETON, J. 2001. Farmacognosia: fitoquímica de las plantas medicinales. Editorial Acribia, SA. Zaragoza, España. 1099 pp.
- CÉSPEDES, C., ALARCÓN, J., ARANDA, E., BECERRA, J., SILVA, M. 2001. Insect growth regulator and insecticidal activity of  $\beta$ -dihydroagarofurans from *Maytenus* spp. (Celastraceae). *Z. Naturforsch.* **56c**: 603-613.
- CHAPMAN, R. 2003. Contact chemoreception in feeding by phytophagous insects. *Annu. Rev. Entomol.* **48**: 455-484.
- CROTEAU, R., KUTCHAN, T., LEWIS, N. 2000. Natural products (secondary metabolites). pp. 1251-1318. En: *Biochemistry and molecular biology of plants*. Buchanan, B., Gruissem, W., Jones, R. (Eds.). American Society of Plant Physiologists. USA.
- DE LIÑAN, C. 2004. Vademécum de productos fitosanitarios y nutricionales 2005. 21 edición. Ediciones Agrotécnicas S.L. Madrid.
- FRAZIER, J., CHYB. 1995. Use of feeding inhibitors in insect control. pp: 364-381. En: *Regulatory mechanisms in insect feeding*. Chapman, R., Boer, G. (eds.). Chapman & Hall. NY.
- GONZALEZ, A., JIMENEZ, I., RALVELO, A., COLL, J., GONZÁLEZ, J., LLORIA, J. 1997. Antifeedant activity of sesquiterpenes from Celastraceae. *Biochem. System. Ecol.*, **25**: 513-519.
- HARTMANN, T. 1996. Diversity and variability of plant secondary metabolism: a mechanistic view. *Entomol. Exp. Appl.* **80**: 177-188.
- HUERTA, A., LÓPEZ-OLGUÍN, J., ARAGÓN, A., BUDIA, F., DEL ESTAL, P., MEDINA, P., VIÑUELA, E. 2002. Efecto de un pulverizado y un extracto acuoso de *Croton ciatoglanduliferus* Ort. (Euphorbiaceae) incorporado a la dieta de *Spodoptera littoralis* (Boisduval)



- (Lepidoptera: Noctuidae). *Bol. San. Veg. Plagas*, **28**: 405-414.
- ISMÁN, M. 2000. Plant essential oils for pest and disease management. *Crop Prot.* **19**: 603-608.
- KESSLER, A., BALDWIN, I. 2002. Plant responses to insect herbivory: the emerging molecular analysis. *Annu. Rev. Plant Biol.* **53**: 299-328.
- KUBO, I. 1993. Insect control agents from tropical plants. *Rec. Adv. Phytochem.* **27**: 113-151.
- LÓPEZ-OLGUÍN, J., BUDIA, F., CASTAÑEDA, P., VIÑUELA, E., 1997. Actividad de *Trichilia havanensis* Jacq. (Meliaceae) sobre larvas de *Spodoptera littoralis* (Boisduval) (Lepidoptera: Noctuidae). *Bol. San. Veg. Plagas*, **23**: 3-10.
- MUÑOZ O., MONTES M., WILKOMIRSKY T. 1999. Plantas medicinales de uso en Chile. Editorial Universitaria, Santiago, Chile. 330 pp.
- PELAH, D., ABRAMOVICH, Z., MARKUS, A., WIESMAN, Z. 2002. The use of commercial saponin from *Quillaja saponaria* bark as a natural larvicidal agent against *Aedes aegypti* and *Culex pipiens*. *J. Ethnopharmacol.* **81**: 407-409.
- POITOUT, S., BUES, R. 1974. Elevage de chenilles de vingt-huit espèces de Lépidoptères noctuidae et de deux espèces d'Arctiidae sur milieu artificiel simple. Particularités de l'élevage selon les espèces. *Ann. Zool. Ecol. Anim.* **6**: 431-441.
- RAFFA, K., FRAZIER, J. 1988. A generalized model for quantifying behavioral de-sensitization to antifeedants. *Entomol. Exp. Appl.* **46**: 93-100.
- REGNAULT-ROGER, C. 1997. The potential of botanical essential oils for insect pest control. *Integr. Pest Manag. Rev.*, **2**: 25-34.
- RODRIGUEZ, C., SILVA, G., DJAIR, J. 2003. Insecticidas de origen vegetal. pp 89-112. En: *Bases para el manejo racional de insecticidas*. Silva, G., Hepp, R. (eds.). Universidad de Concepción, Facultad de Agronomía/Fundación para la Innovación Agraria (FIA). Chillán, Chile.
- SADEK, M. 2003. Antifeedant and toxic activity of *Adhoda vasica* leaf extract against *Spodoptera littoralis* (Lep: Noctuidae). *J. Appl. Entomol.* **127**: 396-404.
- SAN MARTIN, R., BRIONES, R. 1999. Industrial uses and sustainable supply of *Quillaja saponaria* (Rosaceae) saponins. *Econ. Botany*, **53**: 302-311.
- SCHOONHOVEN, L.M. 1982. Biological aspects of antifeedants. *Entomol. Exp. Appl.* **31**: 57-69.
- SILVA, G., PIZARRO, D., CASALS, P., BERTI, M. 2003. Evaluación de plantas medicinales en polvo para el control de *Sitophilus zeamais* Motschulsky en maíz almacenado. *R. bras. Agrobiociencia*, **9**: 383-388.
- STEEL, R., TORRIE, J. 1985. Bioestadística: principios y procedimientos. Editorial McGraw-Hill. Bogotá, Colombia. 622 pp.
- STSC. 1987. *User's Guide Statgraphics*. Graphic software system STSC Inc., Rockville, MD. USA.
- SZENTESI, Á. 2002. Insect-plant relationship-chance and necessity. *Acta Zool. Hung.* **48**: 55-71.
- WITTSTOCK, U., GERSHENZON, J. 2002. Constitutive plant toxins and their role in defense against herbivores and pathogens. *Curr. Opin. Plant Biol.* **5**: 1-8.

(Recepción: 24 octubre 2005)

(Aceptación: 16 enero 2006)



## Biogeografía de especies de *Fusarium* en el litoral mediterráneo de España

F. J. NÚÑEZ SIMARRO, D. PALMERO LLAMAS, C. IGLESIAS GONZÁLEZ, M. DE CARA GARCÍA, J. SINOBAS ALONSO (†), J. C. TELLO MARQUINA

El trabajo presentado estudia la presencia de *Fusarium oxysporum*, *F. solani* (sensu lato), *F. equiseti* y *F. acuminatum* en puntos del litoral de Almería, Alicante, Gerona e Islas Baleares (Menorca, Ibiza, Espalmador). Se analizaron tanto arenas de las playas (zonas intermareal y supramareal) como fondos marinos situados a 27, 9 y 7,2 metros de profundidad en Almería y a 10 m de profundidad en las Islas Baleares. Exceptuando el litoral de Gerona, en el resto de los enclaves se presentaron varias especies de *Fusarium* que se aislaron de las arenas de las playas, confirmando así resultados obtenidos con anterioridad. Lo más novedoso fue encontrar especies de *Fusarium* a diferentes profundidades marinas. En Almería *F. oxysporum* y *F. equiseti* se aislaron a 27, 9 y 7,2 m de profundidad. *F. acuminatum* se aisló de la muestra recogida a 27 m de profundidad. En las Islas Baleares, a 10 m de profundidad, se aislaron *F. oxysporum*, *F. solani* (sensu lato), *F. equiseti* y *F. acuminatum*. El efecto antrópico, el comportamiento como "airborne" o los arrastres de aguas por las ramblas y torrentes podría explicar la presencia de estas especies en los hábitats mencionados. La permanencia de estas especies en los hábitats mencionados, especialmente en la zona intermareal de las playas y en los fondos marinos donde soportan elevadas presiones osmóticas por la alta salinidad del agua del mar Mediterráneo, permitirá estudios específicos sobre el comportamiento de estos hongos en medios muy salinos. Otros hongos aislados de arenas de playa y fondos marinos fueron: *Acremonium*, *Alternaria*, *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Dreschlera*, *Gliocladium*, *Humicola*, *Penicillium*, *Phialophora*, *Rhizopus*, *Stemphylium*, *Trichoderma*, *Trichocladium* y *Ulocladium*. Muchos de ellos fueron aislados del fondo marino, testimoniando así que estos hábitats no son exclusivos de *Fusarium*.

F. J. NÚÑEZ SIMARRO, M. DE CARA GARCÍA, J. C. TELLO MARQUINA (jtello@ual.es). Universidad de Almería. Dpto. Producción Vegetal. Cañada de San Urbano s/n. 04120 Almería  
D. PALMERO LLAMAS, C. IGLESIAS GONZÁLEZ, J. SINOBAS ALONSO (†). Universidad Politécnica de Madrid. EUIT Agrícola. Ciudad Universitaria s/n. 28040 Madrid

**Palabras clave:** litoral, arenas de playa, fondo marino, *F. oxysporum*, *F. solani*, *F. equiseti*, *F. acuminatum*.

### INTRODUCCIÓN

BACKHOUSE *et al.* (2001) delimitaban el término *biogeografía* para el género *Fusarium* de la siguiente manera: estudio del modelo de distribución de organismos o de sus asociaciones. Es, añadían, un registro empírico de la distribución.

Los estudios de biogeografía permiten plantearse cuestiones sobre las cuales, y a

pesar de la abundantísima bibliografía generada sobre *Fusarium*, poca información existe. La primera de ellas hace referencia a la procedencia de cada especie de *Fusarium*, o lo que es lo mismo, trata de responder a la pregunta: ¿Dónde está el centro de origen de cada especie? La segunda cuestión concierne a cómo dichas especies se han diseminado desde sus centros de origen. La última, tiene a saber, toda vez que una especie ha emi-

grado hacia un área nueva, cómo se ha establecido y permanecido en ella; en otras palabras, cómo ha colonizado el nuevo hábitat. Es un enfoque evolucionista en su sentido más amplio, que se utiliza en agronomía y especialmente en Mejora y Genética de plantas. Y es la relación de parasitismo específico sobre las plantas de *Fusarium oxysporum* y la ausencia de la fase sexual de la especie, la que ha permitido sugerir aspectos sobre el centro de origen y la diseminación de la especie. BACKHOUSE *et al.* (2001) citan 4 ejemplos interesantes sobre el tema. Tres de ellos se enumerarán brevemente. Uno es concerniente al origen de *F. oxysporum* f. sp. *cubense*, agente causal de la micosis conocida como Mal de Panamá – y en España como Veta Amarilla – de la platanera. Otra tiene como protagonista a *F. oxysporum* f. sp. *vasinfectum* que origina la Fusariosis vascular del algodónero, hasta donde sabemos no descrita en España, cuya razas se distribuyen en distintos continentes, posiblemente en función de las especies y variedades que se cultivan; sin embargo, los estudios realizados sobre la raza 6 encontrada en Australia sugieren que dicha raza podría haberse originado a partir de un *F. oxysporum* local. El tercero hace referencia a *F. oxysporum* f. sp. *albedinis*, agente causal de la Fusariosis de la palmera datilera, micosis conocida como Bayoud, que se ha extendido desde los oasis de Marruecos, donde se originó, hasta los de Argelia. Todos los aislados estudiados de ambos países pertenecen al mismo grupo de compatibilidad vegetativa (VCG), aunque los análisis con marcadores moleculares revelan una cierta variabilidad entre los diferentes oasis, lo cual sugiere una microevolución del patógeno.

Una especial atención, merece el caso de *F. oxysporum* f. sp. *melonis*, incitante de la Fusariosis vascular del melón. Micosis presente en España que ha merecido numerosos estudios, algunos de los cuales tienen un interés manifiesto para el propósito de esta introducción: España es un centro de diversificación del melón y quizás por ello ha sido posible encontrar genes de resistencia al

patógeno entre las variedades seleccionadas por los propios agricultores a partir de material vegetal autóctono (CRUZ-CHOQUE *et al.*, 1999; ÁLVAREZ y GONZÁLEZ-TORRES, 1996). Además durante años han sido introducidas varias razas del patógeno con las semillas comerciales (GÓMEZ VÁZQUEZ y TELLO MARQUINA, 2000). BACKHOUSE *et al.* (2001), explican lo sucedido en California (EEUU) con dicho patógeno: en EEUU el grupo de compatibilidad más común es el VCG 0131, que está presente en todo el país. Sin embargo, en ciertas zonas de California sólo se ha encontrado abundantemente el VCG 0130. Ambos grupos de compatibilidad pertenecen al mismo patotipo, la raza 2. Además, los análisis moleculares indican que ambos grupos están estrechamente relacionados entre sí y difieren, ambos, de cepas de *F. oxysporum* no patógenas aisladas de los suelos de California. A partir de aquí se ha sugerido que el VCG 0131 fue introducido en California desde el este del país y ha originado, por mutación y selección el VCG 0130, como una adaptación al ambiente local. No cabe duda de que la propuesta es atractiva pero no considera otras vías de entradas del patógeno anteriores; por ejemplo en las semillas procedentes del extranjero. Podrían admitirse otras especulaciones epidemiológicas sobre la llegada de cepas de *F. oxysporum*: viento, agua, sustratos, etc.

Si para *F. oxysporum* existen algunos ejemplos alentadores para conocer su centro de origen, su dispersión y su adaptación a nuevos entornos, no hay información suficiente para otras especies de *Fusarium*. Así *F. nurragi* y *F. aywerte* son citados por BACKHOUSE *et al.* (2001) como especies separadas de *F. avenaceum* encontradas en Australia en zonas geográficas diferentes y asociadas, cada una, con vegetación nativa distinta. Sin embargo, la primera especulación de que ambas especies podrían presentar líneas evolutivas asociadas a los ambientes del continente Australiano no han tenido confirmación con los análisis moleculares practicados, que sugieren que no difieren de *F. avenaceum*.

Unas de las limitaciones mayores para establecer los centros de origen es la actividad antrópica. Un ejemplo aparte del mencionado *F. oxysporum* f. sp *melonis*, lo proporciona *F. subglutinans* f. sp *pini* (*F. circinatum*, en la actualidad). El patógeno origina graves daños en pino y fue introducido, a decir de BACKHOUSE *et al.* (2001) en EEUU y Sudáfrica a finales de la década de los 90. Las investigaciones que se han realizado sobre los VCGs y las que han aplicado marcadores moleculares, sugieren que el patógeno pudo haberse originado en Méjico y desde allí introducido en ambos países. Estas especulaciones sin embargo deberían tener en cuenta otras vías de entrada que hubiesen permitido al patógeno instalarse, previamente, en el área considerada. En este punto cabría aportar alguna información sobre un suceso ocurrido en España. En torno al año 1990 fue encontrado el patógeno en semillas de *Pinus radiata* importadas de Nueva Zelanda, mostrando una estrecha patogenei-

cidad sobre la parte aérea de plantitas de *Pinus radiata* y no ocasionando daños visibles, bajo las misma condiciones, sobre *Pinus nigra* subsp. *hispanica* (Tello, datos no publicados). Para BACKHOUSE *et al.* (2001) el clima aparece como el mayor factor limitante para la distribución de algunas especies de *Fusarium*, especialmente a escala de grandes regiones del planeta o continentes. Elaboran los datos de que disponen, pese a reconocer que están sesgados hacia ciertos hábitats o regiones y proponen una relación de especies de Sudáfrica, Australia, Norte América y Europa que se recogen en el (Cuadro 1)

El resumen propuesto podrá ser susceptible de modificaciones conforme datos nuevos de otros ambientes sean publicados, pero su valor es indudable para la presentación de los resultados contenidos en este artículo.

Otro aspecto importante que se desprende de los estudios sobre biogeografía de *Fusarium* en suelos de distintos hábitats es la aparición de especies nuevas. Por ejemplo

Cuadro 1: Distribución de las especies más comunes de *Fusarium* en relación con el clima (tomado de BACKHOUSE *et al.*, 2001)

Especies	Distribución según el clima
<i>F. acuminatum</i> (sensu stricto)	F FT; SA M H
<i>F. avenaceum</i> (sensu stricto)	FT; M H
<i>F. beomiforme</i>	T; H
<i>F. chlamydosporum</i>	CT ST T; A SA M
<i>F. compactum</i>	CT ST T; A SA M H
<i>F. culmorun</i>	FT; M H
<i>F. equiseti</i>	Cosmopolita, raro en F
<i>F. lateritium</i> (sensu lato)	FT CT ST T; M H
<i>F. longipes</i>	ST T; M H
<i>F. merismoides</i>	Cosmopolita; raro en T
<i>F. nygamai</i>	CT ST; SA M
<i>F. oxysporum</i>	Cosmopolita
<i>F. sambucinum</i> (sensu lato)	F FT; M H
<i>F. scirpi</i>	CT ST; A SA M
<i>F. semitectum</i>	Cosmopolita
<i>F. solani</i> (sensu lato)	Cosmopolita; raro en F

A.- Media aproximada de temperaturas anuales:

F: frío (<5°C); FT: frío-templado (5-15°C); CT: cálido-templado (15-20°C); ST: subtropical (20-25°C); T: tropical (>25°C)

B.- Precipitación anual (aproximada):

A: árido (<250 mm); SA: semiárido (250-500 mm); M: moderadamente húmedo (500-1000 mm); H: húmedo (>1000 mm)

Cuadro 2: Muestras de arenas de playa y fondos marinos recogidos en el litoral de Almería

Código de análisis	Procedencia y localización de la muestra	Fecha de recogida
<b>Muestras tomadas en Almería</b>		
MAR 1	Fondo marino (27 m. de profundidad) Balerma	03/08/1994
MAR 2	Fondo marino (9 m. de profundidad). Punta del Sabinal	03/08/1994
MAR 3	Fondo marino (9 m. de profundidad). Punta del Sabinal	03/08/1994
MAR 4	Fondo marino (5.9 m. profundidad) Playa de San Miguel	03/08/1994
MAR 5	Fondo marino (9 m. profundidad) Playa de San Miguel	03/08/1994
MAR 6	Fondo marino (7.2 m. de profundidad) Playa de San Miguel	03/08/1994
MAR 7	Arenas de playa zona intermareal. Playa de San Miguel	03/08/1994
MAR 8	Agua y arena de la zona intermareal. Playa de San Miguel	03/08/1994
MAR 9	Algas del fondo marino. Playa de San Miguel	03/08/1994
MAR 10	Algas del fondo marino. Playa de San Miguel	03/08/1994
MAR 11	Algas del fondo marino. Playa de San Miguel	03/08/1994
MAR 12	Algas ( <i>Poseidonia</i> ) del fondo marino. Playa de San Miguel	03/08/1994
MAR 25	Arena zona supramareal. Cabo de gata	29/09/1994
MAR 26	Zona intermareal. Cabo de Gata	29/09/1994

MARASAS *et al.* (1986) describieron *F. poliphialidicum* que fue encontrada posteriormente en los suelos de Australia por GOTT *et al.* (1994). Otras especies nuevas descritas como *F. napiforme* (MARASAS *et al.*, 1987) y *F. dlamini* (MARASAS *et al.*, 1985) son muy próximas, pero su mayor atractivo es que no pueden ser asignadas a ninguna de las sec-

ciones en las que actualmente se divide el género, puesto que comparten caracteres de las secciones *Elegans* y *Liseola*.

Exponentes ilustrativos de la escasa información generada por aspectos de la ecología del género *Fusarium* comentados pueden ser, el IXth International *Fusarium* Workshop, celebrado en Sydney (Australia)

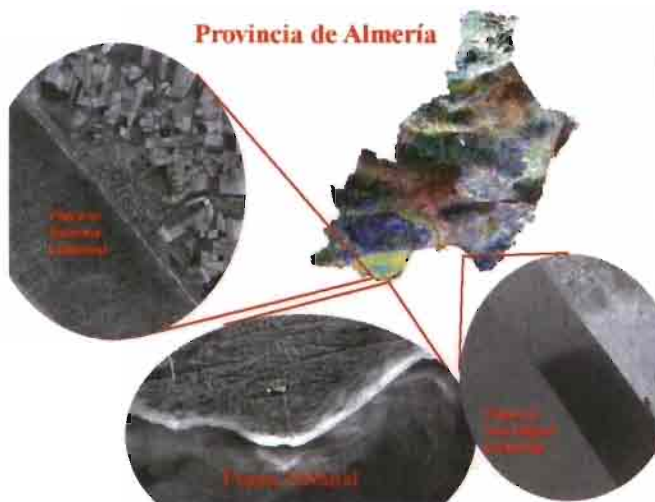


Fig. 1: Localización de las muestras tomadas en la provincia de Almería

Cuadro 3: Muestras de arenas de playa y fondos marinos del litoral de Gerona

Código de análisis	Procedencia y localización de la muestra	Fecha de recogida
<b>Muestras tomadas en Gerona</b>		
MAR 13	Arena de playa, zona supramareal. Puerto de Estartit	04/08/1994
MAR 14	Arena de playa, zona intermareal. Puerto de Estartit	04/08/1994
MAR 15	Fondo marino (1 m. de profundidad) Puerto de Selva	04/08/1994



Fig. 2: Localizaciones de los muestreos realizados en la provincia de Gerona

Cuadro 4: Muestras de arenas de playa y fondos marinos de las Islas Baleares (Menorca, Ibiza y Espalmador)

Código de análisis	Procedencia y localización de la muestra	Fecha de recogida
<b>Muestras tomadas en la Isla de Menorca</b>		
MAR 16	Arena de playa. Zona intermareal	22/08/1994
MAR 17	Fondo marino (10 m. de profundidad)	22/08/1994
<b>Muestras tomadas en la Isla de Ibiza</b>		
MAR 18	Arena de playa, zona intermareal. Playa Calasalada	22/08/1994
MAR 24	Fondo marino (8 m. de profundidad). Playa Calasalada	22/08/1994
<b>Muestras tomadas en la Isla del Espalmador (playa sur)</b>		
MAR 19	Fondo de la laguna salina de la isla, barros medicinales (15 cm de profundidad)	22/08/1994
MAR 20	Arena de playa, zona supramareal	22/08/1994
MAR 21	Arena de playa, zona supramareal	22/08/1994
MAR 22	Arena de playa, zona intermareal	22/08/1994
MAR 23	Fondo marino (5 m. de profundidad)	22/08/1994
MAR 24	Arena de playa (ensenada sur) zona supramareal	22/08/1994



Fig. 3: Localizaciones de los muestreos realizados en las Islas Baleares

Cuadro 5: Muestras de arenas de playa y fondos marinos del litoral de Alicante

Código de análisis	Procedencia y localización de la muestra	Fecha de recogida
<b>Muestras tomadas en Alicante</b>		
MAR 27	Arena de playa, zona supramareal. La Marina	29/09/1994
MAR 29	Arena de playa, zona intermareal.	29/09/1994



Fig. 4: Localizaciones de los muestreos realizados en la provincia de Alicante

en junio de 2003. O, el congreso de la Sociedad Americana de Fitopatología (APS) celebrado en julio-agosto de 2005 (Phytopathology, vol. 95 (6), junio 2005)

Desde hace varios años se han publicado resultados para España sobre la distribución de especies de *Fusarium* en diferentes suelos, aunque todos ellos no han permitido estable-



Cuadro 6: Especies de *Fusarium* del litoral de Almería. Se expresa en UFC\*g<sup>-1</sup> de arena o fondo marino secos junto con la desviación típica

Código de muestra	<i>F. oxysporum</i>	<i>F. solani</i>	<i>F. roseum</i>
MAR 1	25,33 ± 4,71	-	17,48 ± 19,60
MAR 3	-	-	4,86 ± 8,42
MAR 6	39,04 ± 30,44	-	5,87 ± 10,16
MAR 10	35,38 ± 37,68	3,51 ± 6,08	7,53 ± 7,53
MAR 25	11,02 ± 11,04	-	5,75 ± 9,95

cer un modelo de distribución de las especies del género (TELLO MARQUINA y LACASA PLASENCIA, 1990; TELLO *et al.*, 1992; TELLO *et al.*, 1990; VÁZQUEZ, 1990; RODRÍGUEZ-MOLINA, 1996; RODRÍGUEZ-MOLINA *et al.*, 2001). Los suelos estudiados han sido mayoritariamente agrícolas, aunque hay una representación no pequeña de arenas de playa, suelos de dehesas y montes poblados de arbolado (pinares, fundamentalmente).

El trabajo que se presenta en este artículo corresponde a muestreos realizados durante los años 1994 y 1995 en las playas y fondos marinos de diferentes enclaves del litoral mediterráneo de España. Los resultados se unen con los obtenidos por TELLO *et al.* (1990, 1992) para las arenas de las playas del Atlántico y del Mediterráneo. El retraso en darlos a conocer se explica por la necesidad de contrastar con análisis repetidos en el tiempo la presencia de especies de *Fusarium* en los fondos marinos, aspecto sobre el cual no se ha encontrado bibliografía. A su vez este trabajo encabezará una serie de estudios sobre la biogeografía de *Fusarium* en España que se están realizando desde hace 5 años.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Las muestras se recogieron en agosto y noviembre de 1994 y en enero de 1995 en los litorales de Almería, Gerona, Menorca, Ibiza y Alicante. Estuvieron conformadas en unos casos por arenas de playa, tomada hasta unos 15 cm. de profundidad tanto en zonas intermareal como supramareal; en otros por fondos marinos que fueron tomados por buceo hasta la profundidad indicada en cada caso. Todas las muestras fueron recogidas en recipientes estériles y su detalle, se recoge en los Cuadros 2, 3, 4 y 5 y Figuras 1, 2, 3 y 4.

Las muestras fueron secadas al ambiente del laboratorio en una habitación limpia (temperaturas que oscilaron entre 20 y 30 °C) durante un tiempo variable, según la muestra, hasta que ésta adquiriera un peso constante. Después fueron trituradas con mortero desinfectado y tamizadas por un tamiz de 200 µ de luz (TELLO *et al.*, 1991). El análisis se realizó utilizando las técnicas indicadas por TELLO *et al.* (1991) en un medio selectivo para *Fusarium* (KOMADA,

Cuadro 7: Identificación de especies del "grupo" *F. roseum* aisladas de arenas de playa y fondos marinos de Almería

Código de muestra	Nº de aislado estudiados	Asignación específica
MAR 1	3	2 <i>Fusarium equiseti</i> 1 <i>Fusarium acuminatum</i>
MAR 3	1	1 <i>Fusarium equiseti</i>
MAR 6	1	1 <i>Fusarium equiseti</i>
MAR 10	2	1 <i>Fusarium equiseti</i> 1 <i>Fusarium acuminatum</i>

1975) modificado por TELLO *et al.* (1991) para conteo y aislamiento de especies de *Fusarium* expresando el resultado en Unidades Formadoras de Colonias (UFC) por g de arena o fondo marino seco. La microbiota fúngica general fue analizada siguiendo el procedimiento indicado por TELLO *et al.* (1991).

La identificación de especies de *Fusarium* se atuvo a las especificaciones de NELSON *et al.* (1983), aunque se consultaron, adicionalmente, los trabajos de MESSIAEN y CASINI (1968), BOOTH (1971) y GERLACH y NIRENBERG (1982).

La identificación de géneros y/o especies de la microbiota fúngica no fusárica se realizó según los criterios de ELLIS (1971), ARX (1974), SUTTON (1980) y BARNET y HUNTER (1972).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para una mayor facilidad los resultados se presentarán y discutirán agrupados por provincias.

### A.- Microbiota fusárica y no fusárica en las playas y fondos marinos de Almería.

En el Cuadro 6 se reflejan las especies de *Fusarium* encontradas, solamente se han representado aquellas muestras que proporcionaron la presencia de alguna especie.

Una primera aclaración referente al Cuadro 6, que es válida para todos los análisis presentados en este artículo, es la desviación típica de la media, mayor o igual en no pocos casos que la propia media. La razón no es otra que la falta de expresión uniforme de las colonias en las repeticiones analíticas realizadas. Podría ser, al tiempo, un indicador de una baja presencia de colonias de *Fusarium*.

La segunda precisión concierne a la columna asignada a *F. roseum*. El concepto utilizado aquí es el que propusieron MESSIAEN y CASINI (1968), como única manera de computar en un tiempo suficiente las colonias de las placas de análisis y permitir así una correcta lectura cuantitativa. Dada la complejidad de la "especie" *F. roseum*,

cada colonia así designada se purificó para su posterior identificación, aplicando para ello los criterios recomendados por NELSON *et al.* (1983). Este proceso permitió las asignaciones específicas ordenadas en el Cuadro 7.

Todos los aislados examinados (los 8 coinciden con la totalidad de las colonias purificadas y aparecidas en las placas de análisis) se encuadran dentro de la sección Gibbosum, que MESSIAEN y CASINI (1968) denominaron *F. roseum* var. *gibbosum*.

Una recapitulación de los resultados nos permite ciertas observaciones de interés. De las 14 muestras recogidas en Almería, sólo en 5 (35,71%) se hallaron algunas especies de *Fusarium*. De estas 5 muestras, 4 procedían de fondos marinos, tomados a profundidades no desdeñables. La muestra MAR1 se recogió a 27 m y la MAR 3 a 9 m de profundidad. Sólo una de las muestras con presencia de *Fusarium* procedía de arenas de dunas de la zona supramareal de una playa del Cabo de Gata. Este hecho ya fue observado con anterioridad para arenas de playa de la zona supramareal en Almería (TELLO *et al.*, 1992). *F. oxysporum* y *F. equiseti* fueron las especies más difundidas y *F. solani* (sensu lato) sólo tuvo una presencia testimonial en una muestra.

Como complemento a estos resultados se enumeran los géneros de hongos aislados en 14 muestras. Sólomente *Penicillium* estuvo presente en 13 de ellas. Los otros géneros encontrados fueron: *Acremonium*, *Alternaria*, *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Dreschlera*, *Gliocladium*, *Phialophora*, *Rhizopus* y *Stemphylium*. De nuevo se corroboran los resultados presentados por TELLO *et al.* (1992) para arenas de playa. Sin embargo, sorprende la presencia de algunos géneros en los fondos marinos. Se aislaron en 12 de las muestras.

### B.- Microbiota fusárica y no fusárica en playas y fondos marinos de Gerona.

Las 3 muestras analizadas no presentaron ninguna especie de *Fusarium*. Tampoco se aisló ningún otro micromiceto esperable con las técnicas analíticas aplicadas.

Cuadro 8: Especies de *Fusarium* del litoral de las Islas Baleares (Menorca, Ibiza, Espalmador). Se expresa en UFC\*g<sup>-1</sup> de arena o fondo marino secos junto con la desviación típica

Código de muestra	<i>F. oxysporum</i>	<i>F. solani</i>	<i>F. roseum</i>
MAR 17	632,06 ± 217,12	314,63 ± 105,46	179,94 ± 44,67
MAR 18	-	20,95 ± 29,57	59,56 ± 37,58
MAR 20	2444,75 ± 104,56	231,97 ± 44,28	59,56 ± 37,58

### C.- Microbiota fusárica y no fusárica en playas y fondos marinos de Las Islas Baleares.

Se recogen en este apartado las muestras tomadas en los fondos marinos y playas de las islas de Ibiza y Menorca, además de las recolectadas en el islote Espalmador, situado entre Formentera e Ibiza. El Cuadro 8 resume los resultados para especies de *Fusarium* en aquellos enclaves donde se exteriorizaron en el análisis.

La identificación de la especie *F. roseum* (sensu MESSIAEN y CASINI), se recoge en el Cuadro 9.

Al igual que ocurrió en las playas y fondos del litoral en Almería las especies del "grupo" *F. roseum*, se encuadran en la sección Gibbosum (NELSON *et al.*, 1983) o en la especie *F. roseum* var *gibbosum* (MESSIAEN y CASINI, 1968). Un tercio del total de las muestras presentaron como mínimo tres especies de *Fusarium*, lo que confirma resultados obtenidos para otros entornos del litoral mediterráneo. Y, sobre todo, la muestra MAR 17 corrobora la presencia de 4 especies de *Fusarium* en el fondo marino a 10 m de profundidad. La muestra MAR 20 presenta una elevada proporción de colonias de *Fusarium* quizás por haber sido tomadas al pie de una sabinia.

La microbiota fúngica no perteneciente al género *Fusarium* estuvo representada en

todas las muestras por el género *Penicillium*. Otros géneros presentes fueron: *Acremonium*, *Alternaria*, *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Dreschlera*, *Gliocladium*, *Humicola*, *Phialophora*, *Rhizopus*, *Trichoderma*, *Trichocladium* y *Ulocladium*.

### D.- Microbiota fusárica y no fusárica en las playas y fondos marinos de Alicante.

De las 2 muestras recogidas en una playa de La Marina, sólo la que se tomó en la zona supramareal presentó *F. oxysporum* (8,61 ± 8,62 UFC\*g<sup>-1</sup> de arena seca). La microbiota no fusárica estuvo representada, tanto en la zona supramareal como en la intermareal por el género *Penicillium*. Otros hongos presentes fueron: *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Humicola* y *Phialophora*.

Los resultados presentados muestran, exceptuando el litoral de Gerona, que *F. oxysporum*, *F. solani* (sensu lato), *F. equiseti* y *F. acuminatum* estuvieron presentes en las arenas de playa del litoral mediterráneo español. El hecho confirma los resultados presentados por TELLO *et al.* (1990, 1992) para las 4 especies, aunque en este muestreo no se han aislado otras citadas por los mencionados autores como *F. chlamydosporum* var. *fuscum*, *F. reticulatum* var. *majus*, *F. moniliforme* y *F. merismoides*. El género *Fusarium* está presente en todo el planeta. Así, KOMMEDAHL *et al.* (1988) encuentra 11 especies en la tundra del Circulo Polar

Cuadro 9: Identificación de especies del "grupo" *F. roseum* aisladas de arenas de playa y fondos marinos de las Islas Baleares (Menorca, Ibiza, Espalmador)

Código de muestra	<i>F. oxysporum</i>	<i>F. solani</i>	<i>F. roseum</i>
MAR 17	632,06 ± 217,12	314,63 ± 105,46	179,94 ± 44,67
MAR 18	-	20,95 ± 29,57	59,56 ± 37,58
MAR 20	2444,75 ± 104,56	231,97 ± 44,28	59,56 ± 37,58

Ártico (65° 50' - 68° 18' N). Entre ellas la más frecuente fue *F. oxysporum* que junto con *F. moniliforme* se mostraron toxicogénicas ocasionando la muerte de las ratas sobre las que se ensayaron. STONER (1981), por su parte, cita varias especies de *Fusarium* en playas y otros hábitats litorales (manglares y marismas) en diferentes islas del Pacífico (Phoenix, Hawai, Marshall) sobresaliendo entre ellas *F. oxysporum* y *F. solani*. JESCHKE *et al* (1990) encuentran varias especies de *Fusarium* a 1400 m de altitud sobre el nivel del mar en la República de Sudáfrica, sobresaliendo marcadamente *F. oxysporum*, de igual manera que dicha especie junto con *F. solani* y *F. roseum* estuvieron presentes en Sierra Espuña (1585 m s.n.m.) y en la Sierra de Taibilla (2000 m s.n.m) en la Comunidad Autónoma de Murcia (TELLO MARQUINA y LACASA PLASENCIA, 1990) con un régimen pluviométrico bien diferente. Los resultados presentados confirman el cosmopolitismo de especies como *F. oxysporum*, *F. solani* (sensu lato) y *F. equiseti* (Cuadro 1) y estudiado esta última con mayor detalle en Australia por BACKHOUSE y BURGESS (1995). Los ejemplos seleccionados relacionan la presencia de especies de *Fusarium* en los suelos con la vegetación existente y ello podría explicar el aislamiento en las muestras estudiadas en las zonas supramareales de las playas, donde existe normalmente vegetación, pero no serviría para interpretar lo ocurrido en zonas intermareales, donde la ausencia de vegetación es manifiesta. ¿Cómo han llegado, pues, las especies aisladas a las zonas intermareales de las playas? Una posibilidad sería aceptar la sugerencia de BURGESS *et al.* (1988) de considerar para *Fusarium* la categoría ecológica de "air-borne" (originado, o mejor, transportado por el viento) y no solamente la más común de "soil-borne" (originado en el suelo), suponiendo de esta manera que a la zona intermareal han podido llegar las especies transportadas por el viento, lo cual es más frecuente en nuestro país de lo que cabría suponer, como demostraron TELLO MARQUINA y LACASA PLASENCIA (1990). Y habría que suponer además con la

posibilidad de que dichas especies permaneciesen en las zonas intermareales sobre restos orgánicos a los que JESCHKE *et al.* (1990) atribuyen la fuente de la diversidad de las especies encontradas en suelos africanos.

Pero las zonas intermareales están sometidas durante varias horas al día a la acción de la salinidad del agua del mar. ¿Son las especies de *Fusarium* aisladas resistentes a dicha salinidad del agua que las cubre?. Este aspecto de la investigación llevada a cabo abre nuevos caminos para interpretar las "categorías ecológicas" del género *Fusarium*. Las muestras MAR 1, MAR 3 y MAR 6, recogidas en los fondos del litoral de Almería a 27, 9 y 7,2 metros de profundidad presentaron *F. oxysporum* y *F. equiseti* en todas las profundidades y además *F. acuminatum* a 27 m de profundidad (Cuadros 6 y 7). En Menorca (Islas Baleares), la muestra MAR 17 presentó abundante presencia de *F. oxysporum*, *F. solani* (sensu lato), *F. equiseti* y *F. acuminatum*. Este hábitat no es contemplado por BACKHOUSE *et al.* (2001) cuando establecen el cosmopolitismo de *F. oxysporum*, *F. solani* y *F. equiseti*.

Pocos son los estudios realizados por los especialistas del género *Fusarium* en los ambientes acuáticos, al menos en la bibliografía consultada. Es necesario retroceder hasta el estudio taxonómico de especies de *Fusarium* procedentes de regiones tropicales y templadas de todo el planeta, realizado por GORDON (1960), para encontrar alguna referencia al respecto. El autor, estudiando más de 1200 aislados, recoge una pequeña parte a partir de lo que denomina "hábitat misceláneos", entre ellos las aguas residuales y sus vapores, donde se cita la presencia de *Fusarium aqueductum*, *F. merismoides*, *F. dimerum*, *F. poae*, *F. semitectum*, *F. acuminatum*, *F. equiseti*, *F. moniliforme*, *F. oxysporum* y *F. solani*. Ha sido necesario buscar algún rastro de *Fusarium* en ciertos hábitats acuáticos entre los especialistas en hifomicetos acuáticos. Así, en España ROLDÁN *et al.* (1989) utilizando como "trampas" bloques de madera esterilizados, en el cauce de la cabecera del río Vinalopó (entre las provin-

cias de Valencia y Alicante) aíslan *F. culmorum* al que consideran como colonizador primario de las trampas junto con *Cylindrocarpon ianthothele*. ROLDÁN y HONRUBIA (1990) analizando las espumas y restos vegetales que flotaban sobre las aguas del Vinalopó aíslan *F. aquaeductum* en los términos de Novelda y Elche (zonas muy industriales de Alicante) y *F. culmorum* en el nacimiento del río, y en lo términos de Bañeres y Elche (Alicante). Años más tarde CASAS y DESCALS (1997), estudiando en Sierra Nevada (Granada) los hifomicetos acuáticos de los cauces de los ríos Genil y Vicario aíslan *Fusarium* al que consideran "supuestamente saprofito". Estos resultados podrían sugerir que los hongos del género *Fusarium* aislados en las playas y en los fondos marinos podrían ser arrastrados por los ríos hasta su desembocadura en el mar.

Los especialistas extranjeros en hifomicetos acuáticos asocian a estos hongos habitantes, de las aguas dulces, a la descomposición de hojas, ramas y ramillas de plantas de las riberas, cumpliendo así un papel esencial para limpiar dichos cauces. El trabajo de BÄRLOCHER y KENDRIX (1974) estudia el papel de los hongos en la descomposición de las hojas caídas en el cauce del río Speed cerca de Ontario (Canadá) y en él se demuestra como *Fusarium* está presente en todos los muestreos junto a otros hongos que él denomina como "terrestres": *Alternaria*, *Aureobasidium*, *Botrytis*, *Centrospora*, *Epicoccum*, *Penicillium*, *Phoma* y *Trichoderma*, que evocan los hallados tanto en las arenas de playa como en los fondos marinos en este trabajo y los inventariados por TELLO *et al.* (1990 y 1992) para hábitat comparables. Análogo trabajo realizan RÉVAY y GÖNCZÖL (1990) en el cauce del río Morgó en Hungría, encontrando que *Fusarium* y *Cylindrocarpon* son muy significativos descomponedores de hojas y madera en los cursos de agua dulce coincidiendo en tal aseve-

ración con WILLOUGHBY y ARCHER (1973) y CHAMIER *et al.* (1984). Podría por tanto, aceptarse que una de las vías de llegada de las especies de *Fusarium* a las playas muestreadas fuesen los cauces de los ríos y ramblas de las zonas muestreadas, pero podría no ser la única, dada la irregularidad del régimen de lluvias y por lo tanto del agua en los cauces que desembocan en las playas y fondos muestreados. Dado que en la mayoría de ellas las avenidas de agua se producen después de copiosas lluvias, con arrastre de tierras de valles y barrancos, muchos de ellos con cultivos en sus márgenes, serían dichos arrastres los que aportarían las especies de *Fusarium* y otros hongos depositándolos en playas y fondos marinos. Pero la misma irregularidad del agua en los cauces nos permitiría plantear si los hongos del género *Fusarium* estarían capacitados para soportar su conservación en ese medio tan salino, o todavía más, si han podido desarrollar una vida saprofítica propia en el agua salada del Mediterráneo y si esta vida puede influir en su comportamiento incluyendo su capacidad para parasitar. La bibliografía consultada no nos ha provisto de mucha información al respecto pero datos obtenidos "in vitro" por BESRI (1993) y por nosotros nos indica que *F. oxysporum* puede vivir y multiplicarse a concentraciones muy elevadas de ClNa (212,5 g\*L<sup>-1</sup>) y de ClK (156,6 g\*L<sup>-1</sup>) (NÚÑEZ SIMARRO, 1997). Esta capacidad no parece exclusiva de las especies de *Fusarium*, dado que en los fondos marinos se encontraron otros géneros acompañando a *Penicillium* que fue el más abundante y frecuente.

## AGRADECIMIENTOS

Muy especialmente a D. Javier del Rey Parrondo por la recogida de muestras en playas y fondos marinos de Almería. Al Dr. Pablo Bielza Lino por el resto de las muestras.

## ABSTRACT

NÚÑEZ SIMARRO F. J., D. PALMERO LLAMAS, C. IGLESIAS GONZÁLEZ, M. DE CARA GARCÍA, J. SINOBAS ALONSO (†), J. C. TELLO MARQUINA. 2006. Biogeography of *Fusarium* species in Spanish Mediterranean coast. *Bol. San. Veg. Plagas*, **32**: 137-149.

The presented work studies the presence of *Fusarium oxysporum*, *F. solani* (sensu lato), *F. equiseti* and *F. acuminatum* in points of the coast of Almeria, Alicante, Gerona and Balearic Islands (Menorca, Ibiza, Espalmador). Beach sands (intermareal and supramareal zones) and marine bottoms located at 27, 9 and 7.2 meters depth were analyzed in Almeria and at 10 m depth in the Balearic Islands. Excepting the coast of Gerona, in the rest of the locations several species of *Fusarium* were isolated from beach sand, thus confirming previous results. *Fusarium* species were found at different depths, too. In Almeria *F. oxysporum* and *F. equiseti* were isolated at 27, 9 and 7.2 m depth. *F. acuminatum* was isolated from the sample gathered at 27 m depth. In the Balearic Islands, at 10 m depth, *F. oxysporum*, *F. solani* (sensu lato), *F. equiseti* and *F. acuminatum* were isolated. The human activity, air-borne behaviour of the fungi, or the flood waters from torrents could explain the presence of these species in this habitat. The permanence of these species in the habitat mentioned, specially in the intermareal beach zone and in marine bottoms, where they support high osmotic pressures due to the high salinity of the water of the Mediterranean Sea, will allow specific studies about the behaviour of the fungi in high salinity media. Other beach sand and marine bottoms isolated fungi were: *Acremonium*, *Alternaria*, *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Dreschlera*, *Gliocladium*, *Humicola*, *Penicillium*, *Phialophora*, *Rhizopus*, *Stemphylium*, *Trichoderma*, *Trichocladium* and *Ulocladium*. Many of them were isolated from marine bottoms, attesting so these habitats are not exclusive of *Fusarium*

**Key words:** Coast, beach sands, marine bottom, *F. oxysporum*, *F. solani*, *F. equiseti*, *F. acuminatum*.

## REFERENCIAS

- ALVAREZ, J. M., GONZÁLEZ-TORRES, R. 1996. Resistance to physiological races of *Fusarium oxysporum* fsp *melonis* in Iberian melon genotypes. En: Proc. VII<sup>th</sup> Eucarpia meeting, Cucurbit Gen. breed. 217-222.
- ARX, J. A. von. 1974. The genera of fungi sporulating in pure culture. Ed. J. Cramer (2<sup>a</sup> ed.). Vaduz. 315 pp.
- BACKHOUSE, D., BURGESS, L. W. 1995. Mycogeography of *Fusarium*: climatic analysis of the distribution within Australia of *Fusarium* species in section *Gibbosums*. *Mycol. Res.* **99**: 1218-1224
- BACKHOUSE, D., BURGESS, L. W., SUMMERELL, B. A. 2001. Biogeography of *Fusarium*. En: *Fusarium*. Paul E. Nelson Memorial Symposium. Ed. B. A. Summerell, J.F. Leeslie, D. Backhouse, W.L. Bryden. L.W. Burgess. APS Press. 122-137
- BÄRLOCHER, F., KENDRIX, B. 1974. Dynamics of the fungal populations on leaves in a stream. *J. Ecol.* **62**: 761-791
- BARNETT, H. L., HUNTER, B. B. 1972. Illustrated genera of imperfect fungi. Ed. Burgess publishing company. Mineapolis 241 pp.
- BESRI, M. 1993. Effects of salinity on plant diseases development. En: Towards the rational use of high salinity tolerant plants. Ed. Kluwer Academic publishers. Netherland. 67-74 pp.
- BOOTH, C. 1971. The genus *Fusarium*. Ed. Commonwealth Mycol. Inst., Kew, England. 237 pp.
- BURGESS, L. W., NELSON, P. E., TOUSSOUN, T. A., FORBES, G. A. 1988. Distribution of *Fusarium* species in sections Roseum, Arthrosporiella, Gibbosum and Discolor recovered from grassland, pasture, and pine nursery soil of eastern Australia. *Mycologia*, **80**: 815-824
- CASAS, J. J., DESCALS, E. 1997. Aquatic Hyphomycetes from mediterranean streams contrasting in chemistry and riparian canopy. *Limnetica*, **13**: 45-55
- CHARMIER, A. C., DIXON, P. A., ARCHER, S. A. 1984. The spatial distribution of fungi on decomposing alder leaves in a freshwater stream. *Oecologia (Berl)*, **64**: 92-103
- CRUZ-CHOQUE, D., BLANCO, R., TELLO, J. C. 1999. Screening of Iberian accessions for resistance to races 0, 1, 2, and 1-2 of *Fusarium oxysporum* fsp *melonis* (Fom), causal agent of Fusarium wilt. *Acta Hort.*, **492**: 329-334
- ELLIS, M. B. 1971. Dematiaceous Hyphomycetes. Ed. Commonwealth Mycol. Inst., Kew, England. 608 pp.
- GERLACH, W. L., NIRENBERG, H. 1982. The genus *Fusarium*. A pictorial atlas. Mitt. Biol. Bundesanst. Land-Forstwirtschaft. *Berlin-Dahlen.*, **209**: 1-406
- GÓMEZ VÁZQUEZ, J., TELLO MARQUINA, J. C. 2000. Las semillas de melón (*Cucumis melo* L.) portadoras de diversos patotipos de *Fusarium oxysporum* fsp *melonis*. *Bol. San. Veg. Plagas*, **26**: 35-45
- GORDON, W. L. 1960. The taxonomy and habitats of *Fusarium* species from tropical and temperate regions. *Can. J. Botany*, **38**: 643-658.

- GOTT, K. P., BURGESS, L. W., BALMAS, V., DUFF, J. 1994. Mycogeography of *Fusarium*: *Fusarium* species in soil from Palm Valley, central Australia. *Australasian Plant Pathology*, **23**: 112-117.
- JESCHKE, N., NELSON, P. E., MARASAS, W. F. O. 1990. *Fusarium* species isolated from soil samples collected at different altitudes in the Transkei, southern Africa. *Mycologia*, **82**: 727-733.
- KOMADA, H. 1975. Development of a selective medium for quantitative isolation of *Fusarium oxysporum* from natural soil. *Rev. Plant Prot. Res.*, **8**: 114-125.
- KOMMEDAHL, T., ABBAS, H. K., BURNES, P. M., MIROCHA, C. J. 1988. Prevalence and toxigenicity of *Fusarium* species from soils of Norway near the Arctic Circle. *Mycologia*, **80**: 790-794.
- MARASAS, W. F. O., NELSON, P. E., TOUSSDUN, T. A. 1985. *Fusarium dlamini*, and new species from Southern Africa. *Mycologia*, **77**: 971-975.
- MARASAS, W. F. O., NELSON, P. E., TOUSSDUN, T. A., WYK, P. S. 1986. *Fusarium polyphthalidumi*, a new species from South Africa. *Mycologia*, **78**: 678-682.
- MARASAS, W. F. O., RARIE, C. J., LÜVVEN, A. 1987. *Fusarium napiforme*, a new species from millet and sorghum in Southern Africa. *Mycologia*, **79**: 910-914.
- MESSIAEN, C. M., CASINI, R. 1968. Recherches sur les fusarioses IV. La systématique des *Fusarium*. *Ann. Epiphyt.*, **19**: 387-454.
- NELSON, P. E., TOUSSOUN, T. A., MARASAS, W. F. O. 1983. *Fusarium* species. A manual for identification. Ed. The Pennsylvania State University Press. 193 pp.
- NÚÑEZ SIMARRO, F. J. 1997. Estudios sobre la ecología marina de *Fusarium* en la costa y fondos mediterráneos de España. Resistencia "in vitro" a la sal de *Fusarium oxysporum*. Proyecto fin de carrera. EUI Técnicos Agrícolas. Universidad Politécnica de Madrid. 193 pp.
- RÉWAY, A., GÖNCZÖL, J. 1990. Longitudinal distribution and colonization patterns of wood-inhabiting fungi in a mountain stream in Hungary. *Nova Hedwigia*, **51**: 505-520.
- RODRÍGUEZ-MOLINA, M. C. 1996. Ensayos de caracterización de suelos agrícolas y forestales de Extremadura tomando como indicadores a *Fusarium* Link y *Pythium* Pringsheim: la representatividad del muestreo. Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Madrid. 209 pp.
- RODRÍGUEZ-MOLINA, M. C., TORRES-VILA, L. M., TELLO MARQUINA, J. C., BLANCO SANTOS, A., PALO NÚÑEZ, E. J. 2001. Caracterización de las poblaciones de *Fusarium* Link de suelos de dehesas de Badajoz. *Bol. San. Veg. Plagas*, **27**: 433-437.
- ROLDÁN, A., PUIG, M. A., HONRUBIA, M. 1989. Comunidades fúngicas asociadas a sustratos leñosos en un río mediterráneo. *Anns. Limnol.*, **25**: 191-195.
- ROLDÁN, A., HONRUBIA, M. 1990. Catalogo provisional de los deuteromicetos acuáticos de la provincia de Alicante. *Bol. Soc. Micol. Madrid.*, **14**: 21-42.
- STONER, M. F. 1982. Ecology of *Fusarium* in non-cultivated soil. En: *Fusarium* disease, biology and taxonomy. Eds. Nelson P.E., Toussoun T.A.. The Pennsylvania State University Press. 276-286.
- SUTTON, B. C. 1980. The Coelomycetes. Ed. Commonwealth Mycol. Inst., Kew, England. 696 pp.
- TELLO MARQUINA, J. C., LACASA PLASENCIA, A. 1990. *Fusarium oxysporum* en los cultivos intensivos del litoral mediterráneo de España. Fases parasitaria (Fusariosis vascular del tomate y del clavel) y no parasitaria. Boletín de Sanidad Vegetal. 19 (fuera de serie), 1-190.
- TELLO, J. C., LACASA, A., RODRÍGUEZ, M. C. 1990. Presence of some *Fusarium* species on Spanish beaches. Proc. 8<sup>th</sup> Congress of the Mediterranean Phytopathological Union. Agadir (Morocco), 137-138.
- TELLO, J. C., VARÈS, F., LACASA, A. 1991. Análisis de muestras. En: Manual de laboratorio: Diagnóstico de hongos, bacterias y nematodos fitopatógenos. M.A.P.A. Madrid. 39-48.
- TELLO, J. C., RODRÍGUEZ, M. C., LACASA, A. 1992. Importancia de *Fusarium* en las arenas de playas de España. *ITEA*, **88**: 77-94.
- VÁZQUEZ, R. A. 1990. Estudio sobre hongos del suelo de Galicia (Comarca O Salnes, Pontevedra). Tesis doctoral. Universidad de Santiago. Santiago de Compostela. 250 pp.
- WYLLOUGHBY, L.G., ARCHER, J. F. 1973. The fungal spora in a freshwater stream and its colonization pattern on wood. *Freshwat. Biol.*, **3**: 219-239.

(Recepción: 4 octubre 2005)

(Aceptación: 15 noviembre 2005)





## RECENSIÓN DE PUBLICACIONES

### **TECNOLOGÍA DE LA MADERA.**

**3ª edición, revisada y ampliada**

S. Vignote Peña, I. Martínez Rojas

Ediciones Mundi Prensa, 2006

ISBN: 84-8476-263-7

El desarrollo tecnológico habido en los últimos años en el campo de la industria de la madera ha inspirado a los autores a acometer una profunda revisión de anteriores ediciones, buscando no sólo la actualización de las distintas materias sino también la mejora en la organización y exposición del texto, la ampliación de esquemas y fotografías, todo ello para facilitar la lectura y comprensión de la temática. Esta edición mantiene la organización general de las anteriores ediciones, dividiéndose en las tres partes siguientes: características y propiedades de la madera. Tecnología de los procesos. Tecnología de la fabricación de los productos de madera. Las novedades a las anteriores ediciones son muchas, pero deben destacarse los siguientes aspectos: el planteamiento del mercado maderero es totalmente diferente, pues se aborda a nivel del mundo, de Europa y de España tanto la oferta y la demanda como las perspectivas de su evolución a corto y medio plazo. El capítulo de defectos de la madera aserrada se ha organizado de una forma más sencilla y acorde con la práctica habitual, incluyendo las normas de clasificación más utilizadas. En el capítulo de características de las maderas, además de renovarse el listado de especies, buscando detallar las 50 más utilizadas en el mercado, se ha incluido sus fotos de aspecto y se han clasificado según grupos tecnológicos, buscando que el libro sea una verdadera guía para el usuario. La parte segunda es seguramente la que más cambios ofrece por esa necesidad de incorporar las nuevas tecnologías. Es por esta razón por la que se ha incidido en el funcionamiento de las máquinas de control numérico, cada día más frecuentes en nuestro sector, aunque como siempre se ha evitado llegar a la particularidad de una determinada marca. En la tercera parte, además de incorporar las novedades en los productos de puertas, ventanas y sobre todo parquet, se destaca la novedad de incluir el capítulo de construcción de escaleras, de especial complejidad, sobre todo de su diseño, que esperamos sea la base para en posteriores ediciones poder ahondar en este tema.

### **EL JAMÓN IBÉRICO. De la dehesa al paladar**

Prof. Dr. Jesús Ventanas

Ediciones Mundi Prensa, 2006

ISBN: 84-8476-270-X

El objetivo principal de este libro es satisfacer la creciente demanda de información y conocimientos que tanto dentro del sector, como desde el público en general, se solicita sobre el jamón Ibérico, y que ninguna publicación ha atendido hasta ahora, abarcando todos los eslabones de la cadena que va “desde la dehesa hasta la mesa”.

De un lado, se ha constatado que existe la necesidad por parte del sector productor de difundir no sólo las excelencias organolépticas y las características saludables del producto, sino también que cuenta actualmente con unas instalaciones modélicas que permiten garantizar la higiene y el control del jamón; eso sí, respetando las pautas tradicionales de producción. Asimismo, el conocer pormenorizadamente los mecanismos por los que, paso a paso, el pernil se transforma en verdadera exquisitez, el jamón Ibérico, y a qué se debe su calidad.

El autor, Jesús Ventanas, es, desde 1990, Catedrático de Tecnología de Alimentos en la Facultad de Veterinaria de Cáceres, donde desarrolla una intensa actividad científica y académica orientada hacia el estudio de la Bioquímica y la Tecnología de los productos cárnicos (en concreto del jamón Ibérico).



# SUMARIO DEL VOL. 32 (1)

## ENTOMOLOGÍA

- E. VALÉRIO, A. CECÍLIO, F. A. ILHARCO, A. MEXIA. A problemática da limitação das populações do afídeo *Nasonovia ribisnigri* (Mosley) (Homoptera: Aphidoidea), em cultura protegida de alface (*Lactuca sativa* Linné), na região Oeste de Portugal Continental ..... 3
- A. JIMÉNEZ, F. J. SORIA, M. VILLAGRÁN, M. E. OCETE. Distribución espacial y temporal de *Cydia fagiglandana* (Zeller) (Lepidoptera: Tortricidae) en un encinar del suroeste de España. .... 13
- E. LÓPEZ-SEBASTIÁN, M. A. VÁZQUEZ, J. SELFA. Sobre *Holcogaster weberi* (Hemiptera: Pentatomidae) como oófago esporádico de *Thaumetopoea pityocampa* (Lepidoptera: Notodontidae) en el norte de Valencia (España). .... 21
- M. I. PATANITA, F. MARTINS, E. VARGAS OSUNA. Contribución al conocimiento de la entomofauna beneficiosa del nogal. .... 29
- M. I. PATANITA, E. VARGAS OSUNA. Utilización de feromona sexual para el control de *Zeuzera pyrina* L. (Lepidoptera: Cossidae) en nogal. .... 37
- L. M. TORRES-VILA, E. CRUCES CALDERA, M. C. RODRÍGUEZ-MOLINA, Á. SÁNCHEZ GONZÁLEZ, E. DELGADO VALIENTE, J. J. FERRERO GARCÍA, F. PONCE ESCUDERO, E. PALO NÚÑEZ, F. BARRENA GALÁN, M. C. AZA BARRERO, F. RODRÍGUEZ CORBACHO. Daños, distribución espacial e interacción intra- e inter-específica de los principales carpófaos de encina y alcornoque en Extremadura: *Curculio elephas* Gyllenhal, *Cydia fagiglandana* Zeller y *Cydia triangulella* Goeze. .... 45
- L. M. TORRES-VILA, Á. SÁNCHEZ GONZÁLEZ, F. PONCE ESCUDERO, E. DELGADO VALIENTE, M. C. AZA BARRERO, F. BARRENA GALÁN, J. J. FERRERO GARCÍA, E. CRUCES CALDERA, F. RODRÍGUEZ CORBACHO. Dinámica poblacional de *Bactrocera oleae* Gmelin en Extremadura: fluctuación estacional en el estado reproductivo y en el tamaño imaginal. .... 57
- J. M. DURÁN, T. PRATS, A. DE LA ROSA, A. SÁNCHEZ, M. ALVARADO. Control de *Acalitus phloeocoptes* Nalepa (Acarina, *Eriophyidae*), eriódido de las agallas del ciruelo, en la Vega de Sevilla. .... 71
- M. ALVARADO, J. M. DURÁN, M. I. GONZALEZ, N. JIMÉNEZ, A. SERRANO. Estudios sobre *Resseliella oleisuga* (Targioni-Tozzetti, 1886) (Diptera: *Cecidomyiidae*), mosquito de la corteza del olivo, en la provincia de Sevilla. .... 79
- M. ALVARADO, J. M. DURÁN, N. JIMÉNEZ, A. SERRANO, A. DE LA ROSA. Contribución al conocimiento de *Polydrusus xanthopus* (Gyllenhal, 1834) (Coleoptera: *Curculionidae*), otiorrinco verde del olivo, en la provincia de Sevilla. .... 87

## PATOLOGÍA

- J. A. HERRERA, J. M. OSORIO, L. C. SALAZAR, O. FERNÁNDEZ (†). Hospedantes de los Potyvirus del melón (*Cucumis melo* L.) en la provincia de Los Santos, Panamá. .... 95

## TERAPÉUTICA

- I. SÁNCHEZ-OSORIO, R. TAPIAS, G. LÓPEZ, L. DOMÍNGUEZ. Estructura básica y principales parámetros de un dispositivo para el estudio electroantagráfico de estímulos olfativos en Cerambícidos ..... 109
- Comunicación
- V. ARTHUR, P. B. ARTHUR. Controle de *Stophilus linearis* (Herbst) (Coleóptera: Curculionidae) em *Tamarindus indica* através da radiação gama do Cobalto-60. .... 121
- N. ZAPATA, F. BUDIA, G. SILVA, E. VIÑUELA, P. MEDINA. Actividad antialimentaria de *Maytenus boaria* Mol., *Peumus boldus* Mol. y *Quillaja saponaria* Mol. sobre *Spodoptera littoralis* (Boisd). .... 125

## OTROS TEMAS

- F. J. NÚÑEZ SIMARRO, D. PALMERO LLAMAS, C. IGLESIAS GONZÁLEZ, M. DE CARA GARCÍA, J. SINOBAS ALONSO (†), J. C. TELLO MARQUINA. Biogeografía de especies de *Fusarium* en el litoral mediterráneo de España. .... 137

- RECENSIÓN DE PUBLICACIONES ..... 151

