

BOLETÍN DE SANIDAD VEGETAL

VOLUMEN 33 - NÚMERO 3 - 2007 - 3^{er} 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



Castaña afectado por *Cryphonectria parasitica*.

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 e inglés o listado de palabras clave. El resumen en los idiomas distintos al del texto, o "abstract", deberá ir precedido de la referencia bibliográfica correspondiente. Los nombres latinos deberán subrayarse o dactilografiarse en tipo de letra diferente al del texto.

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

Los manuscritos deberán enviarse en soporte magnético acompañados de dos copias en papel. En el caso de que un mismo autor envíe más de un manuscrito, cada trabajo se remitirá en un disco distinto. Deberán tener la siguiente extensión máxima, incluidos figuras y cuadros según se trate de:

Artículo: 16 páginas.

Comunicación: 1000 palabras, que pueden incluir figuras y cuadros.

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

Figuras y cuadros: Los dibujos deben ser los originales y dispuestos para la impresión, con leyendas claras y rótulos de no menos de 2 milímetros de altura para que admitan una posible reducción a ancho de caja o ancho de columna.

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

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

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

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

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

Subdirección General de Agricultura Integrada y Sanidad Vegetal

Redactora Jefe de la Revista Boletín de Sanidad Vegetal - Plagas

Alfonso XII, 62

28014 MADRID (España)

VOLUMEN 33
núm. 3
2007
3er Trimestre

DIRECTOR

Francisco Mombiela

DIRECTORA ADJUNTA

Cristina Clemente

REDACTORA JEFE

Adela Burgos

CONSEJO DE REDACCIÓN

Antonio Bello

Juan I. Calvo

José M.ª Cobos

Pedro del Estal

José García-Jiménez

Concepción Jordá

Alfredo Lacasa

Cristina Noval

Cándido Santiago

Julio C. Tello

Juan J. Tuset

Carlos Zaragoza

EDITOR

Centro de Publicaciones

Agrarias, Pesqueras y

Alimentarias

ISSN: 0213-6910

NIPO: 251-07-014-1

Depósito Legal: M-2975-1976

Imprime: I.G. Saljen, S.L.

SUMARIO

ENTOMOLOGÍA

- T. PINA, M. J. VERDÚ. Establecimiento y dispersión de *Aphytis melinus* y *A. lingnanensis* (Hym.: Aphelinidae), dos parasitoides introducidos para el control de *Chrysomphalus dicyospermi* Morgan y *Aonidiella aurantii* (Maskell) (Hem.: Diaspididae) en cítricos de la Comunidad Valenciana 311
- P. TURIENZO. NOTA. Nuevo registro y primera planta hospedadora conocida para *Arhopalus rusticus rusticus* (Linnaeus, 1758) (Coleoptera: Cerambycidae) en Argentina 321
- A. VASICEK, F. R. LA ROSSA, A. PAGLIONI, S. LANATI, M. LÓPEZ. Funcionalidad biológica y poblacional de *Neotoxoptera formosana* (Takahashi) (Hemiptera: Aphididae) sobre siete cultivares de ajo (*Allium sativum* L.) en condiciones de laboratorio 325
- R. T. THULER, H. X. L. VOLPE, S. A. DE BORTOLI, R. M. GOU-LART, C. L. T. P. VIANA. Metodologia para Avaliação da Preferência Hospedeira de Parasitóides do Gênero *Trichogramma* Westood 333
- P. TURIENZO. New records and emergence period of *Callidie-llum rufipenne* (Motschulsky, 1860) [Coleoptera: Cerambyci-dae: Cerambycinae: Callidiini] in Argentina 341
- F. B. SARRO, J. M. S. FERREIRA, W. CROCOMO, A. M. LABINAS. Aspectos da biologia da traça das flores e frutos novos do coqueiro, *Atheloca subrufella* (Hulst, 1887) (Lepidoptera: Phy-citidae) 351
- T. PINA, M. J. VERDÚ. El piojo rojo de California, *Aonidiella aurantii* (Maskell), y sus parasitoides en cítricos de la Comuni-dad Valenciana 357
- E. L. L. BALDIN, R. S. R. FRANCO, D. R. SOUZA. Resistência de genótipos de feijoeiro *Phaseolus vulgaris* (L.) a *Zabrotes sub-fasciatus* (Boh., 1833) (Coleoptera: Bruchidae) 369
- D. ALONSO, A.-A. GÓMEZ, G. NOMBELA, M. MUÑIZ. Primera cita del desarrollo de *Aleyrodes proletella* (Linnaeus, 1758) en plantas de tomate bajo condiciones controladas. 377

PATOLOGÍA

- E. ITURRITXA, R. GANLEY. Dispersión por vía aérea de esporas de *Diplodia pinea* en tres localidades de la cornisa cantá-brica 383

TERAPÉUTICA

- A. ADÁN, T. GONZÁLEZ, R. BASTANTE, F. BUDIA, P. MEDINA, P. DEL ESTAL, E. VIÑUELA. Efectos de diversos insecticidas aplicados en condiciones de laboratorio extendido sobre *psyttalia concolor* (Szèpligeti) (Hymenoptera: Braconidae) 391
- A. ALONSO MUÑOZ, F. GARCIA MARÍ . Comparación de cuatro tipos de mosqueros comerciales de captura de hembras y machos de *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) 399

OTROS TEMAS

- A. M. G. THULER, R. T. THULER, E. S. CÍCERO, S. A. DE BORTOLI, M. V. F. LEMOS. Estudo da variabilidade gênica em isolados brasileiros de *Bacillus thuringiensis* para emprego no controle biológico de *Plutella xylostella* 409
- F. H. OREJA, J. L. GONZÁLEZ-ANDÚJAR. Modelo bioeconómico para *Digitaria sanguinalis* (L) Scop. en cultivo de soja transgénica de la Pampa Ondulada (Argentina) y simulación de estrategias de control 419
- L. K. F. SILVA, V. ARTHUR, D. E. NAV, J. R. P. PARRA. Uso da Radiação Gama do Cobalto-60 Visando ao Tratamento Quarentenário e à Esterilização de *Stenoma catenifer* Walsingham (Lepidoptera: Elachistidae) 399
- RECENSIÓN DE PUBLICACIONES 409

Establecimiento y dispersión de *Aphytis melinus* y *A. lingnanensis* (Hym.: Aphelinidae), dos parasitoides introducidos para el control de *Chrysomphalus dictyospermi* Morgan y *Aonidiella aurantii* (Maskell) (Hem.: Diaspididae) en cítricos de la Comunidad Valenciana

T. PINA, M. J. VERDÚ

En la Comunidad Valenciana, *Aphytis melinus* fue introducido en 1976 para el control de *Chrysomphalus dictyospermi* y *Aphytis lingnanensis* en el año 2000 para el control de *Aonidiella aurantii*. En el presente trabajo se ha realizado un estudio del establecimiento y dispersión de los dos parasitoides desde su introducción hasta el año 2003. Los lugares muestreados fueron, por un lado, aquellos en los que se procedió a la suelta de los parasitoides y por otro, localidades distantes como mínimo 2 km del sitio original de suelta. *Aphytis melinus* se encuentra presente en todas las localidades muestreadas, hecho que permite afirmar que esta especie se ha establecido no sólo en los lugares de suelta sino que también se ha dispersado más allá de dichas localidades. *Aphytis lingnanensis* sólo se ha establecido en Castellón y no se tiene constancia de que se haya dispersado.

T. PINA, M. J. VERDÚ. Departamento de Protección Vegetal y Biotecnología; Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias, Ctra. Moncada a Náquera km. 4.5; 46113-Moncada (España).

Palabras clave: piojo rojo de California, piojo rojo, control biológico inoculativo, desplazamiento.

INTRODUCCIÓN

Los programas de introducción de enemigos naturales tienen como objetivo primordial lograr el control de una plaga introducida de manera accidental (DEBACH y BARTLETT 1964). Una vez realizada la importación e introducción del enemigo natural, a menudo procedente del área de origen de la plaga, el elemento clave es obtener su establecimiento permanente en al menos una localidad, que más adelante puede incluso ser utilizada como foco de dispersión o como fuente para posteriores distribuciones.

No obstante, en numerosas ocasiones sólo se consigue el establecimiento, pero no la dispersión natural más allá del punto de suelta, debido fundamentalmente a las condiciones climatológicas, pero también a otros factores como la ausencia de hospedadores secundarios, la presencia de competidores biológicos e, incluso, las dificultades de adecuación fisiológica de los enemigos naturales a su hospedador. En otras ocasiones, el establecimiento se logra de manera estacional, siendo necesaria la introducción cada año de nuevos ejemplares para alcanzar un control puntual de la plaga (DEBACH y BARTLETT, 1964).



Figura 1. Hembras de piojo rojo. *Chrysomphalus dictyospermi*.

En la Comunidad Valenciana, los programas de importación y suelta de enemigos naturales para el control de plagas cuentan ya con una larga tradición (CATALÁ y GUILLEM, 2006; JACAS *et al.*, 2006). El primer ensayo documentado fue realizado por Salas Amat, en la primera década de 1900, para el control del piojo rojo de los cítricos *Chrysomphalus dictyospermi* Morgan (Hemiptera, Diaspididae) (Figura 1). El enemigo natural introducido fue el coccinélido *Rhyzobius lophantae* (Blaisdell) (Coleoptera: Coccinellidae) (GÓMEZ-CLEMENTE y PLANES, 1950; GÓMEZ-CLEMENTE, 1951-52).

La introducción de *Aphytis melinus* DeBach (Hymenoptera: Aphelinidae)

Chrysomphalus dictyospermi no sólo ha sido objeto de control biológico mediante la introducción y suelta de depredadores sino también de parasitoides. Este diaspino en los años setenta estaba considerado como una de las plagas de cochinilla más importantes en cítricos, junto a la serpeta gruesa (*Cornuaspis beckii* (Newman) (Hem., Diaspididae)) y el piojo gris (*Parlatoria pergandii* Comstock (Hem., Diaspididae)) (MELIÁ y BLASCO, 1980), y se encontraba parcialmente controlado por el parasitoide autóctono *Aphytis chrysomphali* (Mercet) (Hym.: Aphelinidae) (Figura 2).

En 1976 se decidió la introducción y suelta de la especie *A. melinus*, considerado como un enemigo natural más efectivo para el control de esta plaga (Figura 3) (DEBACH y ARGYRIOU, 1967). La cría de este parasitoide se inició en el insectario del Servicio de Sanidad Vegetal (SSV) de Almazora (Castellón) con ejemplares procedentes del insectario de "La Station de Zoologie et de Lutte Biologique" de Antibes (Francia), donde se criaban sobre el piojo blanco, *Aspidiotus nerii* Bouché (Hem., Diaspididae) (MELIÁ y BLASCO, 1980). En Almazora, sin embargo, se crió sobre *Hemiberlesia lataniae* (Signoret) (Hem., Diaspididae) hasta 1993, año en el que se consiguió la línea partenogenética de *A. nerii*, procedente también del insectario de Antibes (J. L. Ripollés, com. pers.).

Las primeras sueltas se realizaron a finales de septiembre de 1976 en distintas partidas de Castellón de la Plana, Onda, Vinaròs, Benicasim, Peñíscola y Vila-real. Paralelamente se llevaron a cabo



Figura 2. Pupa (izquierda) y exuvia (derecha) de *A. chrysomphali* sobre *A. aurantii*.

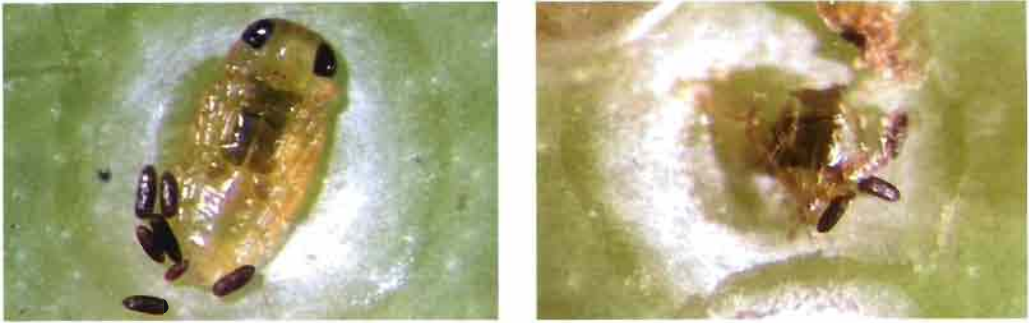


Figura 3. Pupa (izquierda) y exuvia (derecha) de *A. melinus* sobre *A. aurantii*.

distintas sueltas en la provincia de Valencia y, en concreto, en Sagunto, Corbera y Favareta, además de proporcionar algunos adultos a los técnicos de la cooperativa de Alzira y de Silla. La forma de suelta elegida fue el empleo de calabazas de cabello de ángel (*Cucurbita ficifolia* Bouché), infestadas con piojo blanco y parasitadas por *A. melinus*. Según la metodología de cría seguida en el insectario, cada calabaza producía 2.000 ejemplares de *A. melinus*. En total se distribuyeron 368 calabazas parasitadas y 160 adultos en tubos de ensayo (Fuente: Archivos del SSV de Almazora). La mayor parte de las sueltas se realizaba en algarrobos próximos a los cultivos de cítricos, ya que era allí donde se localizaba la mayor población de *Ch. dictyospermi*. Se desconoce si las sueltas de *A. melinus* se prolongaron a partir de 1978, al no disponer de referencias escritas de nuevos envíos hasta mediados de los años 80.

A mediados de 1985, se detectó un primer foco del piojo rojo de California, *Aonidiella aurantii* (Maskell) (Hem., Diaspididae), con carácter de plaga en el valle de la Murta (Alzira, Valencia) (F. Piera, com. pers.). Esta especie estaba presente desde principios del pasado siglo (BLAY-GOICOECHEA, 1993), si bien no se consideraba una amenaza (Figura 4).

En esta fecha se reanudaron las sueltas de *A. melinus* en la Comunidad Valenciana para el control de *A. aurantii*. Con anterioridad, en Huelva, en la zona de la playa de los Mimbrales, ya se habían realizado sueltas de *A. melinus* sobre *A. aurantii*, pero con el

convencimiento de que esa cochinilla era *Ch. dictyospermi* y no *A. aurantii*. No obstante, ya entonces se le empezaban a atribuir características que no se ajustaban a lo descrito para *Ch. dictyospermi*, sobre todo en lo relativo a su agresividad y a su distribución dentro del árbol (J. L. Ripollés, com. pers.).

En 1987 se retomaron las sueltas de *A. melinus* para controlar los distintos focos de *A. aurantii* que aparecieron en el sur de España. A lo largo de ese año se hicieron distintos envíos a Sevilla, Málaga y Jerez (Cádiz). En total se mandaron 20 calabazas parasitadas por *A. melinus*. Se calcula que entre las tres localidades se liberaron 30.000 adultos.



Figura 4. Hembras de piojo rojo de California, *Aonidiella aurantii*.

Desde 1992 hasta 1999 se introdujeron en la zona de Castellón (Vila-real y Almazora), Valencia (fundamentalmente en localidades de la Ribera Alta) y Alicante (Callosa d'en Sarrià y Altea), aproximadamente 200.000 adultos, siempre mediante el empleo de calabazas.

En 1996 se consiguió una nueva línea de *A. melinus* procedente del insectario de la Universidad de Riverside (California), con la intención de mejorar la calidad genética de la población de *A. melinus* que se criaba en el insectario de Almazora (J. L. Ripollés, com. pers.). Esta línea se cree que provenía de la colonia original recogida por DeBach en 1956 en India y Pakistán (Joseph Morse, com. pers.).

Establecimiento y dispersión de *A. melinus*

Para constatar el establecimiento de esta especie se decidió muestrear aquellos lugares que figuraban en el registro de datos del SSV de Almazora en los que se había realizado la suelta de *A. melinus*. En dicho registro figuraba el técnico responsable de la suelta, la cantidad de adultos de *Aphytis* liberados por punto de suelta, la especie de *Aphytis*, la fecha y el lugar al que iban destinados (generalmente una cooperativa). Para poder localizar con exactitud el punto de suelta se contactó con los técnicos de las distintas cooperativas o con los agricultores particulares responsables de las sueltas de los parasitoides.

Los puntos originales de suelta inspeccionados fueron los siguientes: Carcaixent (Estación Experimental Agraria), Alzira (parcelas adyacentes a la cooperativa "La Agrícola", valle de la Casella y valle de la Murta), Carlet, L'Alcúdia, Barraca de Aigües Vives, Cheste, Quartell, Quart de les Valls, Lliria, Puçol y Callosa d'en Sarrià.

El muestreo se centró en la búsqueda y localización de *A. aurantii* y/o *Ch. dictyospermi*. Las muestras, formadas por hojas, ramas y frutos con el mayor número de estados del hospedador susceptibles de estar parasitados, se introducían en el interior de

bolsas de papel que se etiquetaban para su posterior identificación. En el laboratorio, cada muestra se observaba en la lupa binocular y se anotaba la especie de cochinilla y de parasitoide que se encontraba sobre el o los diaspinos. Las formas inmaduras se dejaban evolucionar en el interior de cápsulas de gelatina en cámaras bioclimáticas a 25 ± 1 °C, $70 \pm 10\%$ h.r. y con un fotoperiodo de 16:8 horas (L:O). Los adultos se preparaban en medio de Hoyer y se identificaban siguiendo las claves de ROSEN y DEBACH (1979).

La mayor parte de las muestras se recogieron a finales de primavera y en otoño.

En la figura 5 se indican las localidades muestreadas en las que se realizó la suelta del parasitoide.

En todas las localidades se encontraron ejemplares de *A. chrysomphali* y de *A. melinus*. En todas ellas, *A. chrysomphali* predominaba frente a *A. melinus*, excepto en las parcelas de la Estación Experimental Agraria de Carcaixent y en Callosa d'en Sarrià, donde abundaba *A. melinus*. En Callosa d'en Sarrià se obtuvo un gran número de ejemplares de *A. melinus* parasitando no sólo a *A. aurantii* sino también a *A. nerii* en cultivos de limoneros.

La especie de diaspino presente en las parcelas inspeccionadas fue *A. aurantii*, a excepción de Lliria donde, en 1999, aún no se había detectado la presencia de *A. aurantii*. En esta localidad, *A. melinus* se encontraba sobre *Ch. dictyospermi* en algarrobo y en los naranjos colindantes a dicho cultivo. En el punto de suelta de Barraca de Aigües Vives, y en las parcelas colindantes, no se pudo localizar ninguno de los dos diaspinos y, por consiguiente, tampoco *A. melinus*.

Para verificar la dispersión de *A. melinus*, se llevó a cabo otro muestreo por distintas localidades de la provincia de Valencia en base a tres criterios: 1) que fueran parcelas abandonadas, y que por tanto no recibiesen ningún tipo de tratamiento químico, 2) que presentasen al menos una de las dos especies de diaspino y 3) que estuviesen como mínimo a dos kilómetros de distancia de la zona de suelta dirigida de *Aphytis*. Los muestreos

en los puntos así indicados se iniciaron a finales de 1998 y se prolongaron hasta mediados del 2003, centrándose exclusivamente en la provincia de Valencia.

Las parcelas que se inspeccionaron se encontraban en los siguientes municipios: Benifaió, L'Alcúdia de Crespins, Albalat de la Ribera, Castelló de la Ribera, L'Alcúdia, Alzira, Picassent, Tavernes de Valldigna, Xeraco, Xeresa, Benifaraig, Moncada, Náquera, Bétera, Godella, Albalat dels Tarongers, Oliva, Villalonga (Racó del Duc) (Figura 5).

La metodología empleada fue la misma que en el muestreo de los puntos de suelta.

En todas las parcelas inspeccionadas se detectó la presencia de *A. melinus*, pero al igual que ocurría en los puntos de suelta, siempre coexistiendo con *A. chrysomphali*.

La introducción de *Aphytis lingnanensis* Compere (Hym.: Aphelinidae)

En marzo de 1995, en el transcurso de una búsqueda de enemigos naturales del minador *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lep.: Gracillaridae) realizada en Australia, J. L. Ripollés, ingeniero agrónomo entonces responsable del insectario del SSV de Almazora, importó *A. lingnanensis* (Figura 6). Esta especie juega un papel destacado en el control de *A. aurantii* en distintas regiones cítricas del mundo (BÉNASSY y EUVERTE, 1967; CATLING, 1971; ROSEN y DEBACH, 1978; ORPHANIDES, 1984; HAFEZ, 1988; DE SANTIS y CROUZEL, 1994; SMITH *et al.*, 1997). La cría de esta especie se inició de manera inmediata en los insectarios del SSV de Almazora.

En 1997, el insectario de Almazora realizó un envío de calabazas con *A. lingnanensis* a la cooperativa de Callosa d'en Sarrià (Alicante), para controlar las poblaciones de *A. aurantii* que afectaban el cultivo del limón. Sin embargo, los técnicos responsables en ese momento de la cooperativa, afirman no tener constancia de haber realizado dichas sueltas, por lo que se desconoce si finalmente se introdujo esta especie en la provincia de Alicante.

En 1999, se realizaron las primeras introducciones de *A. lingnanensis* sobre piojo rojo de California en la provincia de Huelva (J. L. Ripollés, com. pers.).

En el año 2000 se iniciaron las primeras sueltas en la Comunidad Valenciana por parte del SSV de Almazora, en distintos lugares de Castellón (especialmente Vila-

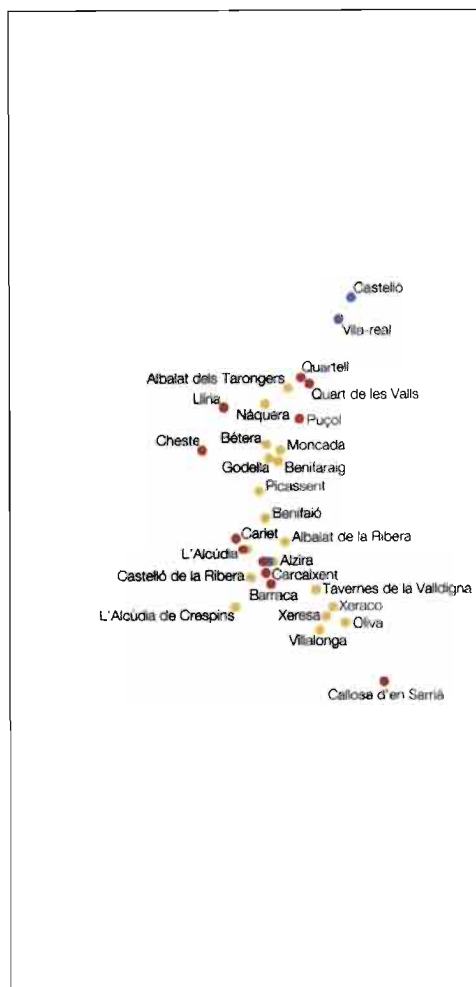


Figura 5. Localidades de la Comunidad Valenciana muestreadas durante este estudio. Círculos en rojo: puntos de suelta de *A. melinus*; círculos en azul: puntos de suelta de *A. lingnanensis*; círculos en amarillo: localidades inspeccionadas al azar. Las localidades con más de un círculo hacen referencia a que en ellas se hizo más de un muestreo.

real y Almazora) (VERDÚ y PINA, 2002), sueltas que se han prolongado hasta la actualidad. La forma de suelta en todos los casos consistió en calabazas infestadas de *A. nerii*.

Durante el mismo año (2000), en Benimaçlet (Valencia), el SSV de Almazora dispuso 5 calabazas parasitadas por *A. lingnanensis* para intentar controlar el foco de *Chrysomphalus aonidum* (L.) (Hem., Diaspididae) que apareció en un campo de naranjos abandonado.

En septiembre de 2002, dentro del proyecto de investigación "Control biológico de insectos en cítricos" financiado por el Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA), la unidad de Entomología del Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA) liberó este afelínido en una parcela de pomelo Oroblanco (*Citrus paradisi* Macf. x *C. tangerina* Hort. ex Tan.) del término municipal de Alzira. En total se liberaron 4.200 adultos durante los meses de junio y julio. Los parasitoides fueron suministrados por la empresa INSETEC en el interior de recipientes con 250 adultos cada uno.

Establecimiento y dispersión de *A. lingnanensis*

Para constatar el establecimiento de esta especie se muestreó, al igual que en el caso anterior, aquellos lugares que figuraban en el registro de datos del SSV de Almazora: Almazora y Vila-real. Además se inspeccionó la localidad de Alzira (Figura 5).

La metodología seguida fue la misma que en el caso de *A. melinus*.

El punto de suelta de *A. lingnanensis* realizado en el sur de Andalucía no fue inspeccionado. Sin embargo, por los datos que se tienen de las distintas reuniones del "Grupo de Trabajo Nacional de Cítricos y Subtropicales" y por algunas muestras de *Aphytis* enviadas para su identificación desde la Secretaría General de Agricultura y Alimentación, dentro del proyecto "Identificación de artrópodos perjudiciales y beneficiosos en el medio agrícola y forestal", parece ser que sólo se ha detectado la presencia de *A. melinus* sobre *A. aurantii* y sobre *A. nerii*.

Aphytis lingnanensis no se localizó en el muestreo realizado en distintos puntos de Castellón en el año 2000 si bien, en el 2002, y tras un aumento en el número de individuos liberados de esta especie, se detectó su presencia aunque siempre en forma de exuvias. En el 2005 se constató la aclimatación de *A. lingnanensis* gracias a las sueltas y posteriores muestreos realizados por el SSV de Almazora (J. Moner e I. Boix, com. pers.). Pero se desconoce si se ha dispersado más allá de este punto de suelta.

En Alzira, los muestreos llevados a cabo en octubre y noviembre de 2002 fueron infructuosos, y de nuevo la especie que mayoritariamente se obtuvo fue *A. chrysomphali* y seguida de *A. melinus*.

Los muestreos en Callosa d'en Sarrià parecen confirmar que en esta población no se llevó a cabo la introducción de *A. lingna-*



Figura 6. Pupa (izquierda) y exuvia (derecha) de *A. lingnanensis* sobre *A. aurantii*.

nensis o que de realizarse, no se estableció. En las partidas estudiadas sólo se detectó *A. melinus* y *A. chrysomphali* sobre *A. aurantii* y *A. melinus* y *Aphytis chilensis* (Howard) sobre *A. nerii*.

Los árboles con *Ch. aonidum*, tras la suelta de *A. lingnanensis*, fueron arrancados y quemados para evitar el riesgo de expansión de la plaga (GARCÍA-MARÍ *et al.*, 2000). Por tanto, se supone que el grado de dispersión de los parasitoides en este punto fue nulo. Además, este parasitoide no suele utilizar este diaspino como hospedador, conociéndose tan sólo de Taiwán (ROSEN y DEBACH, 1979).

Para estudiar la dispersión de *A. lingnanensis* se muestrearon las mismas localidades que para *A. melinus* (Figura 5). En ninguna de ellas se localizó *A. lingnanensis*.

Discusión sobre el establecimiento y dispersión de *A. melinus* y *A. lingnanensis*

Tras casi 30 años desde la primera introducción de *A. melinus* se puede constatar la presencia de esta especie no sólo en todos los lugares en los que se realizó su introducción sino también en aquellas zonas en las que no se llevó a cabo ningún tipo de intervención para el control biológico de los diáspinos.

La facilidad con la que *A. melinus* se ha dispersado en nuestros cultivos no es un hecho extraño ni aislado. En el sur de California, después de su introducción en 1958, se desplazó rápidamente y en 1964 era la especie dominante (ROSEN y DEBACH, 1979). De hecho, ROSEN y DEBACH (1978) consideraban que *A. melinus* exhibía la tasa de dispersión más rápida de todos los parasitoides introducidos en California para el control de *A. aurantii*, especialmente en las regiones del interior. En Grecia, entre 1962 y 1963, se realizaron numerosas sueltas de tres especies de *Aphytis* (*A. melinus*, *A. lingnanensis* y *A. coheni* DeBach) para controlar al piojo rojo de California. De las tres especies, sólo se estableció *A. melinus*, llegando a alcanzar unas tasas de dispersión de 75 a 100

km al año (DEBACH y ARGYRIOU, 1967), detectándose incluso en islas distintas del punto de suelta (ARGYRIOU, 1969). En Sicilia, el establecimiento de *A. melinus* también se produjo de manera rápida, localizándose treinta años después de su primera introducción en todas las regiones cítricas del sur de Italia (SISCARO *et al.*, 1999). En Bella Vista (Corrientes, Argentina) se introdujeron 6.500 ejemplares de *A. melinus* entre 1966 y 1967, y esa cantidad fue suficiente para que en 1975 se hallaran en San Roque (Corrientes, Argentina), a 70 km de distancia (DE SANTIS y CROUZEL, 1994).

Sin embargo, y muy probablemente, los factores que más han influido en que se detecte el parasitoide en zonas muy distantes a su lugar de introducción son los mismos que han facilitado que la plaga (es decir, su hospedador) se localice en zonas lejanas de su primer foco de detección. Estos factores serían, aparte de la dispersión favorecida por el viento, pájaros, insectos o el mismo hombre (BEARDSLEY y GONZÁLEZ, 1975), los intrínsecamente ligados al comercio de la fruta: recogida en el campo, transporte al almacén, confección y distribución.

Chrysomphalus dictyospermi ha dejado de ser una plaga importante de los cítricos, gracias al excelente control ejercido por el complejo de *Aphytis* formado por *A. melinus*, *A. chrysomphali* y *A. hispanicus* (Mercet). Según MELIÁ y BLASCO (1980), tras la suelta de *A. melinus* en campos de cítricos y algarrobos se conseguía tal eficacia en el control de esta cochinilla, que resultaba complicado localizar nuevos focos de infección para realizar las sueltas. Actualmente, los pequeños focos que aparecen suelen estar en algarrobos próximos a cítricos o, de manera muy puntual, en los mismos cítricos, pero siempre sin alcanzar el carácter de plaga que se le atribuía con anterioridad. Y algo similar ha sucedido con el piojo blanco, *A. nerii*. La introducción de *A. melinus* ha mejorado su control en las parcelas de limoneros del sur de Alicante.

El papel de *A. lingnanensis* en el control de *A. aurantii* todavía está por evaluar

en la Comunidad Valenciana. En California, esta especie, introducida en 1948 (DEBACH *et al.*, 1950), desplazó inicialmente a *A. chrysomphali*, si bien posteriormente fue a su vez desplazada por *A. melinus* a las zonas costeras (ROSEN y DEBACH, 1979). En determinadas regiones de Australia con características climatológicas similares a las existentes en las zonas cítricas de la Comunidad Valenciana, esta especie regula las poblaciones de cochinilla junto a *Comperie-lla bifasciata* Howard (Hym.: Encyrtidae) (FURNESS *et al.*, 1983; DAHMS, 1994).

Aphytis lingnanensis exhibe una mayor longevidad y fecundidad que *A. melinus* y *A. chrysomphali* (QUEDNAU, 1964; OPP y LUCK, 1986) y, en igualdad de condiciones, posee una manifiesta superioridad, al menos sobre *A. chrysomphali* (DEBACH y WHITE, 1960). Sin embargo, presenta los inconvenientes que tiene una menor velocidad de dispersión que *A. melinus* (DEBACH y SUNDBY, 1963; DEBACH y ARGYRIOU, 1967; ROSEN y DEBACH, 1979), y requiere un tamaño de cochinilla mayor que el utilizado por *A. melinus* para poner huevos hembras, tamaños que no siempre se alcanzan (LUCK y PODOLER, 1985; OPP y LUCK, 1986).

A pesar de las potenciales ventajas que presenta *A. lingnanensis*, CLAUSEN (1951) y DEBACH y BARTLETT (1964) apuntan que tras un periodo de tres generaciones del hospedador (o tres años desde la suelta del enemigo natural), los efectos de una nueva especie introducida deberían ser evidentes, sobre todo si la especie está destinada a ser eficiente. Esto se cumple en las sueltas realizadas en el sur de Australia y en Grecia, donde en un periodo de dos y cuatro años, respectivamente, *A. melinus* se estableció y desplazó a *A. chrysomphali* (ARGYRIOU, 1969; FURNESS *et al.*, 1983). Según CLAUSEN (1951), un fallo en el establecimiento rápido y fácil del parasitoide es un indicativo de que no será totalmente efectivo una vez se haya logrado su establecimiento. Por tanto, el hecho de no haberse recuperado ningún ejemplar de *A. lingnanensis* en las sueltas realizadas en Alzira, a pesar de haberse efectuado sobre pome-

lo (planta hospedadora que produce cochinitas de gran tamaño (HARE *et al.*, 1990)) y haber tardado más de tres años en establecerse en las sueltas de Castellón, no ofrece un panorama muy alentador para el control del piojo rojo de California. Podría deberse a que *A. lingnanensis* requiera más tiempo que los tres años fijados por CLAUSEN (1951) o que las cantidades de adultos que se liberan en cada ocasión sean insuficientes para lograr un establecimiento rápido. No obstante, y en relación con el número de ejemplares liberados, en diferentes localidades de Buenos Aires (Argentina), con 3.000 adultos se consiguió el establecimiento y dispersión hacia otros puntos del país (DE SANTIS y CROUZEL, 1994). En Marruecos, se logró el establecimiento de *A. lingnanensis* tras realizar sueltas intensivas de aproximadamente un millón de parasitoides por hectárea, si bien con tales sueltas se consiguió aumentar la tasa de parasitismo del 25 al 50% en dos años (BÉNASSY y EUVERTE, 1967), objetivo más ambicioso que el mero establecimiento y dispersión. Por tanto, el número de ejemplares liberados de *A. lingnanensis* no parece ser un condicionante para que se establezca y disperse en la zona de suelta.

De momento, el hecho que cabe resaltar es la amplia propagación de *A. melinus* por toda la Comunidad Valenciana, 30 años después de su primera introducción. Sin embargo, y a pesar del tiempo transcurrido, *A. melinus* no ha conseguido controlar al piojo rojo de California, ni tampoco ha logrado desplazar a la especie predominante *A. chrysomphali*, fenómeno descrito en prácticamente todas las situaciones de coexistencia de estas dos especies (ARGYRIOU, 1969; ROSEN y DEBACH, 1979; FURNESS *et al.*, 1983; DE SANTIS y CROUZEL, 1994; SMITH *et al.*, 1997; SISCARO *et al.*, 1999). MC LAREN (1978) indica, en relación a la larga historia de introducciones de enemigos naturales para el control del piojo rojo de California, que la especie más efectiva en un país o región no tiene porqué ser necesariamente la especie universalmente más efectiva. En Sudáfrica, el parasitoide autóctono *Aphytis*

africanus Quednau no se ha visto desplazado a pesar de la introducción de especies más fecundas como *A. lingnanensis*, *A. melinus*, *A. coheni* y *A. holoxanthus* DeBach (CATLING, 1971) o incluso *C. bifasciata* (ROSEN y BEDFORD, 1978; BEDFORD y CILLIERS, 1994). Este hecho es sobre todo llamativo si se tiene en cuenta que en una región concreta de Sudáfrica se liberaron hasta 76 millones de *Aphytis* (*A. melinus*, *A. lingnanensis* y *A. coheni*), sin establecerse ninguno de ellos (BEDFORD, 1996).

En resumen, a la espera de que *A. lingnanensis* empiece a actuar y decline la balanza hacia el teórico desplazamiento descrito para *A. chrysomphali*, el predominio de esta última especie en nuestros campos pone en relieve que las características del complejo plaga-parasitoide-climatología que tiene lugar en la Comunidad Valenciana difieren en gran medida de las que se encuentran en

lugares como California, donde esta especie ha sido desplazada (DEBACH, 1969).

AGRADECIMIENTOS

Los autores quisieran agradecer al Servicio de Sanidad Vegetal de Almazora el permiso para acceder a sus archivos, a la empresa INSETEC por los adultos de *A. lingnanensis* facilitados, a J. M. Serra por proporcionarnos la parcela de pomelo para la suelta de *A. lingnanensis*, así como a todos los responsables de cooperativas y agricultores quienes pacientemente nos acompañaron a las parcelas en las que se había realizado la suelta de los parasitoides. Este trabajo forma parte del Proyecto 95-058 denominado "Control biológico de insectos en cítricos", financiado por el Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (I.N.I.A.).

ABSTRACT

PINA T., M. J. VERDÚ. 2007. Establishment and dispersal of *Aphytis melinus* and *A. lingnanensis* (Hym.: Aphelinidae), two parasitoids introduced to control *Chrysomphalus dictyospermi* Morgan and *Aonidiella aurantii* (Maskell) (Hem.: Diaspididae) in citrus of the Valencian region (Spain). *Bol. San. Veg. Plagas*, 33: 311-320.

Aphytis melinus was introduced in 1976 to control *Ch. dictyospermi* and *A. lingnanensis* in 2000 to control *A. aurantii* in Valencian region (East of Iberian Peninsula). The establishment and dispersal of both parasitoids has been studied from their introduction year to 2003. Localities of parasitoid introduction were sampled together with other plots distant 2 km minimum from the releasing point. *Aphytis melinus* is present in all the localities prospected in this survey. *Aphytis lingnanensis* is only established in Castellón (North of Valencian region) and its dispersal has not been observed.

Key words: California red scale, dyctyospermum scale, inoculative releases, competitive displacement.

REFERENCIAS

- ARGYRIOU, L. C., 1969. Biological control of citrus insects in Greece. *Proc. First International Citrus Symposium*, pp. 817-822. University of California, Riverside.
- BEARDSLEY, J. W. y R. H. GONZÁLEZ. 1975. The biology and ecology of armored scales. *Ann. Rev. Entom.*, 20: 49-73.
- BEDFORD, E. C. G., 1996. Problems which we face in bringing red scale, *Anatolia aurantii* (Masclé), under biological control in citrus in South Africa. *Proc. Int. Soc. Citriculture*, pp. 485-492. Sun City, South Africa.
- BEDFORD, E. C. G. y C. J. CILLIERS. 1994. The role of *Aphytis* in the biological control of armored scale insects on citrus in South Africa. In: *Advances in the Study of Aphytis*, Rosen, D. ed., pp. 143-179. Intercept Ltd, Andover.
- BÉNASSY, C. y G. EUVERTE. 1967. Perspectives nouvelles dans la lutte contre *Aonidiella aurantii* au Maroc (Hom. Diaspididae). *Entomophaga*, 12(5): 449-459.
- BLAY GOICOECHEA, M. A., 1993. *La familia Diaspididae Targioni-Tozzetti, 1868 de España peninsular y Baleares (Insecta: Hemiptera: Coccoidea)*. PhD.

- Universidad Complutense de Madrid. Madrid. 736 pp.
- CATALÀ GORGUES, J. I. y GUILLEM LLOBAT, X. 2006. Control de plagas y desarrollo institucional en la estación de patología vegetal de Burjassot (Valencia) (1924-1931). *Asclepio. Revista de Historia de la Medicina y de la Ciencia*, **58**(enero-junio): 249-280.
- CATLING, H. D. 1971. Studies on the citrus red scale, *Aonidiella aurantii* (Mask.) and its biological control in Swaziland. *J. ent. Soc. Sth. Afr.*, **34**(2): 393-411.
- CLAUSEN, C. P. 1951. The time factor in biological control. *J. Econ. Entomol.*, **44**(1): 1-9.
- DAHMS, E. C. y D. SMITH. 1994. The *Aphytis* fauna of Australia. In: *Advances in the Study of Aphytis*. Rosen, D. ed., pp. 245-255. Intercept Ltd, Andover.
- DE SANTIS, L. y I. S. CROUZEL. 1994. Species of *Aphytis* occurring in the Neotropical region and their role in biological control. In: *Advances in the study of Aphytis*. Rosen, D. ed. pp. 257-277. Intercept Ltd, Andover.
- DEBACH, P.; E. J. DIETRICK; C. A. FLESCNER y T. W. FISHER. 1950. Periodic colonization of *Aphytis* for control of the California red scale. Preliminary tests, 1949. *J. Econ. Entomol.*, **43**(6): 783-802.
- DEBACH, P. y E. B. WHITE. 1960. Commercial mass culture of the California red scale parasite. Bulletin 770. Division of Agricultural Science. Univ. Calif., Riverside.
- DEBACH, P. y R. A. SUNDBY. 1963. Competitive displacement between ecological homologues. *Hilgardia*, **34**(5): 105-166.
- DEBACH, P. y B. R. BARTLETT. 1964. Methods of colonization, recovery and evaluation. In: *Biological control of insect pest and weeds*, DeBach, P. ed., pp. 402-428. Reinhold Publishing Corporation, New York.
- DEBACH, P. y L. C. ARGYRIOU. 1967. The colonization and success in Greece of some imported *Aphytis* spp. (Hym. Aphelinidae) parasitic on citrus scale insects (Hom. Diaspididae). *Entomophaga*, **12**(4): 325-342.
- DEBACH, P. 1969. Biological control of diaspine scale insects on citrus in California. *Proc. First International Citrus Symposium*, Vol. 2, pp. 801-815. University of California, Riverside.
- FURNESS, G. O.; G. A. BUCHANAN; R. S. GEORGE y N. L. RICHARDSON. 1983. A history of the biological and integrated control of red scale, *Aonidiella aurantii* on citrus in the lower Murray valley of Australia. *Entomophaga*, **28**(3): 199-212.
- GARCÍA-MARÍ, F.; A. SOTO; P. HERNÁNDEZ PENADES; E. RODRIGO y J. M. RODRÍGUEZ REINA. 2000. Una nueva cochinita aparece en los cítricos valencianos, *Chrysomphalus aonidium*. *Phytoma España*, **117**(Marzo): 35-40.
- GÓMEZ-CLEMENTE, F. 1951-52. Los insectos auxiliares en la lucha contra los nocivos a los agrios. *Bol. Pat. Veg. Ent. Agr.*, **19**: 1-18.
- GÓMEZ-CLEMENTE, F. y S. PLANES. 1950. Ensayos de lucha natural o biológica contra los insectos nocivos a los agrios. *II Congreso Nacional de Ingeniería*, pp. 1-10. Madrid.
- HAFEZ, M. B. 1988. Population fluctuations on parasites of California red scale, *Aonidiella aurantii* (Mask.) (Hom., Diaspididae) in Alexandria. *J. Appl. Entomol.*, **106**: 183-187.
- HARE, J. D.; D. S. YU y R. F. LUCK. 1990. Variations in life history parameters of California red scale on different citrus cultivars. *Ecology*, **71**(4): 1451-1460.
- JACAS, J. A.; A. URBANEJA y E. VIÑUELA. 2006. History and future of introduction of exotic arthropod biological control agents in Spain: a dilemma? *BioControl*, **51**: 1-30.
- LUCK, R. F. y H. PODOLER. 1985. Competitive exclusion of *Aphytis lingnanensis* by *A. melinus*: potential role of host size. *Ecology*, **66**(3): 904-913.
- MC LAREN, I. W.. 1978. Biological control of citrus scale pest. In Cary, P. R. ed., *Proc. International Society of Citriculture*, pp. 147-149. Sidney, Australia..
- MELIÀ, A. y J. BLASCO. 1980. Los cóccidos perjudiciales a los cítricos de Castellón, y sus parásitos. *Fruits*, **35**(9): 551-554.
- OPP, S. B. y R. F. LUCK. 1986. Effects of host size on selected fitness components of *Aphytis melinus* and *A. lingnanensis* (Hymenoptera: Aphelinidae). *Ann. Entomol. Soc. Am.*, **79**: 700-704.
- ORPHANIDES, G. M. 1984. Competitive displacement between *Aphytis* spp. (Hym. Aphelinidae) parasites of the California red scale in Cyprus. *Entomophaga*, **29**(3): 275-281.
- QUEDNAU, F. W. 1964. Experimental evidence of differential fecundity on red scale, *Aonidiella aurantii* (Mask.) in six species of *Aphytis* (Hymenoptera: Aphelinidae). *S. Afr. J. Agr. Sci.*, **7**: 335-340.
- ROSEN, D. y P. DEBACH. 1978. Diaspididae. In: *Introduced parasites and predators of arthropod pests and weeds: a world review*, Clausen, C. P. ed., U. S. Dept. Agr., Agr. Handbook No. 480, Washington D.C. pp. 551.
- ROSEN, D. y P. DEBACH. 1979. Species of *Aphytis* of the world (Hymenoptera: Aphelinidae). Israel Universities Press, Jerusalem y W. Junk, The Hague. 801 pp.
- SISCARO, G.; S. LONGO y S. LIZZIO. 1999. Ruolo degli entomofagi di *Aonidiella aurantii* (Maskell) (Homoptera, Diaspididae) in agrumeti siciliani. *Phytophaga*, **IX**: 41-52.
- SMITH, D.; G. A. C. BEATTIE y R. BROADLEY. 1997. *Citrus pests and their natural enemies*. Dept. of Primary Industries, Queensland (Australia). 282 pp.
- VERDÚ, M. J. y T. PINA. 2002. Control biológico del piojo rojo de California, *Aonidiella aurantii* (Mask.). *Phytoma España*, **140** (junio-julio): 18-26.

(Recepción: 29 enero 2007)

(Aceptación: 29 mayo 2007)

Nota

Nuevo registro y primera planta hospedadora conocida para *Arhopalus rusticus rusticus* (Linnaeus, 1758) (Coleoptera: Cerambycidae) en Argentina

P. TURIENZO

Se cita por primera vez la planta hospedadora de *Arhopalus rusticus rusticus* (Linnaeus, 1758) (Coleoptera: Cerambycidae), especie del Hemisferio Norte introducida en la Argentina, y una nueva localidad en el país.

P. TURIENZO. Entomología, Departamento de Biodiversidad y Biología Experimental, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, 4º Piso, Pabellón II, (CP 1428) Ciudad Universitaria, Buenos Aires, Argentina. e-mail: paolaturienzo@yahoo.com

Palabras clave: escarabajo longicorneo, *Pinus elliotii*.

INTRODUCCIÓN

DI IORIO (2004a) registró dos especies de Cerambycidae (Coleoptera) del Hemisferio Norte como recientemente introducidas en Argentina, *Arhopalus rusticus rusticus* (Linnaeus, 1758) [Aseminae: Asemini], y *Callidiellum rufipenne* (Motschulsky, 1860) [Cerambycinae: Callidiini]. Ambas especies desarrollan en madera de coníferas en las regiones Neártica y Paleártica del Hemisferio Norte (LINSLEY, 1962; VILLIERS, 1978). Hasta el año 2005, *Callidiellum rufipenne* fue registrado para Argentina con un estatus incierto porque no era posible saber si se había establecido o no en el país (DI IORIO, 2005). Posteriormente TURIENZO (2006) lo incorpora a la fauna argentina de Cerambycidae, junto a su planta hospedadora *Cupressus macrocarpa* Hartw. [Cupressaceae], también exótica.

Se dan una nueva localidad y la primera planta hospedadora de *Arhopalus rusticus*

en el país. El material entomológico se encuentra depositado en la colección Osvaldo Di Iorio (ODI), quién identificó a la especie siguiendo las claves de LINSLEY, 1962; VILLIERS (1978), y WANG & LESCHEN (2003).

Subfamilia **ASEMINAE** Thomson, 1860
Asemini Thomson, 1860

Arhopalus rusticus rusticus (Linnaeus, 1758)

Argentina: Buenos Aires: San Miguel [2000], Pinamar [2000], Del Viso [2003] (DI IORIO, 2004a).

Material adicional examinado: Entre Ríos: Colonia Hughes, 13-XI-2005, D. Penner leg., 1 ex. (ODI); Buenos Aires: Pilar, 12-XII-1999, [A. Bachmann leg.], 1 ex. (ODI).

Material criado de *Pinus elliotii* Engelm.: Buenos Aires: Valeria del Mar, A. Pelicano leg., 3 exx. (ODI), emergidos 1-2004 de la viga de un techo (A. Pelicano, 2004, com. pers.).

En Norteamérica, las larvas de *A. rusticus rusticus* viven en las bases y raíces de árboles muertos en pie, tocones o árboles caídos por el viento (LINSLEY, 1962), aunque en Francia ha sido ocasionalmente hallado infestando maderas estructurales en construcciones (DUFFY, 1953).

El hallazgo de *A. rusticus rusticus* en *Pinus elliotii* constituye el primer hospedador conocido para el país. El techo fue construido en el año 2000, y los ejemplares emergieron de una porción de madera en el exterior de la casa; los adultos fueron atraídos a una luz situada 1 m debajo de la madera, luego de haberse constatado que habían emergido de allí por la presencia de orificios de emergencia (A. Pelicano, com. pers.).

Esta subespecie fue registrada previamente solo en la provincia de Buenos Aires, cuando el primer ejemplar fue descubierto en el año 2000 (DI IORIO, 2004a). El ejemplar adicional examinado ahora (Buenos Aires: Pilar) antecede en un año su presencia en el país. Hasta ahora la distribución de *A. rusticus rusticus* comprende a las provincias de Buenos Aires y Entre Ríos (nuevo registro).

Se suma así un nuevo factor que afecta a las construcciones en madera de pino en la Argentina, ya que *Hylotrupes bajulus* (Linnaeus, 1758) (Cerambycidae: Callidiini) también se cría en ellas creando serios problemas, y también en plantaciones naturales y artificiales de *Pinus* (DI IORIO, 2004a). De manera similar, *Callidiellum rufipenne* desarrolla en ramas secas de *Cupressus macrocarpa*, generalmente quebradas por el viento, de árboles antiguos en forestaciones ornamentales, a veces abandonadas (TURIENZO, 2006). Las especies exóticas de Cerambycidae que tienen a las Coniferae como plantas hospedadoras en sus lugares de origen (Hemisferio Norte) estarían ocupando aquí en el Hemisferio Sur un nicho ecológico vacío, ya que para las pocas especies nativas de Cerambycidae que desarrollan en ellas serían hospedadores alternativos por su alto grado de polifagia (DI IORIO, 2004b).

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo fue dirigido por O. R. Di Iorio. La autora le agradece por la identificación del material, sus consejos y críticas durante la preparación de esta nota.

ABSTRACT

TURIENZO P. 2007. New record and a first host plant known for *Arhopalus rusticus rusticus* (Linnaeus, 1758) (Coleoptera: Cerambycidae) in Argentina. *Bol. San. Veg. Plagas*. **33**: 321-323.

The first host plant known for *Arhopalus rusticus rusticus* (Linnaeus, 1758) (Coleoptera: Cerambycidae), and a new record in Argentina are given.

Key words: longhorned beetle, *Pinus elliotii*.

REFERENCIAS

- DI IORIO, O. R. 2004a. Especies exóticas de Cerambycidae (Coleoptera) introducidas en Argentina. Parte 2. Nuevos registros, plantas hospedadoras y estatus actual. *Agrociencia*, **38**(6): 663-678.
- DI IORIO, O. R. 2004b. Cerambycidae, p. 17-79. In: Catálogo de Insectos fitófagos de la República Argentina y sus plantas asociadas. Cordo, H.A., G.A. Logarzo, K. Braun & O.R. Di Iorio (Coordinadores). Sociedad Entomológica Argentina. Buenos Aires, 734 p.
- DI IORIO, O. R. 2005. A field guide of the longhorned beetles (Coleoptera: Cerambycidae) from Argentina. Esteban Abadie & Pablo Wagner (Coordinators). Buenos Aires, xiv + 98 p. + 74 plates.
- DUFFY, E. A. J. 1953. A monograph of the immature stages of British and imported timber beetles

- (Cerambycidae). British Museum (Nat. Hist.) London, 350 p.
- LINSLEY, E. G. 1962. The Cerambycidae of North America. Part II. Taxonomy and classification of the Parandrinae, Prioninae, Spondylinae and Aseminae. *Univ. Calif. Publ. Entomol.*, **19**:1-102.
- TURIENZO, P. 2006. Definitive incorporation of *Callidieillum rufipenne* (Motschulsky, 1860) to the argentinean fauna of Cerambycidae (Coleoptera). *Bol. San. Veg. Plagas*, **32**(2): 155-156.
- VILLIERS, A. 1978. Cerambycidae. In: Faune des Coléoptères de France. Éditions Lechevalier. Paris. Vol. 1. 611 p.
- WANG, Q. & R. A. B. LESCHEN. 2003. Identification and distribution of *Arhopalus* species (Coleoptera: Cerambycidae: Aseminae) in Australia and New Zealand. *New Zealand Entomologist*, **26**: 53-59.

(Recepción: 22 febrero 2007)

(Aceptación: 16 julio 2007)

Funcionalidad biológica y poblacional de *Neotoxoptera formosana* (Takahashi) (Hemiptera: Aphididae) sobre siete cultivares de ajo (*Allium sativum* L.) en condiciones de laboratorio

A. VASICEK, F. R. LA ROSSA, A. PAGLIONI, S. LANATI, M. LÓPEZ

Cohortes de *Neotoxoptera formosana* (Takahashi) fueron criadas sobre los cultivares de ajo (*Allium sativum*) Licán, Morado, Nieve, Norteño, Perla, Sureño y Unión a $20 \pm 1^\circ\text{C}$, 70% de humedad relativa y 14:10 horas (fotofase: escotofase). En esas condiciones, el período ninfal fue más largo en el cv. Norteño con 9,11 días y el más corto correspondió a Nieve con 6,47 días. Sin embargo el período reproductivo duró apenas 10,7 días en Norteño mientras que en Nieve y Perla se extendió por espacio de 15 y casi 18 días y cerca de 28 días en Sureño y Unión. Esto influyó igualmente sobre la longevidad que resultó mayor en estos últimos con cerca de 40 días. A pesar que no hubo diferencias significativas en la tasa reproductiva neta (R_0) entre las cohortes criadas sobre Morado, Licán, Sureño y Unión (77 á 85 ♀/♀/generación), la tasa intrínseca de incremento natural fue mayor sobre Morado ($r_m = 0,275$ ♀/♀/día). Si bien *N. formosana* no fue hallado aún en la zona de producción de ajo en Argentina es necesario advertir que después de una posible introducción, el áfido podría multiplicarse más rápidamente sobre Morado debido a que expresa mejor su potencial reproductivo respecto de los otros cultivares estudiados.

A. VASICEK, A. PAGLIONI, M. LÓPEZ. Universidad Nacional de La Plata, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Cátedra de Zoología Agrícola. 60 y 119. CC 31 (1900) La Plata. Buenos Aires. Argentina. E-mail: zooagricola@ceres.agro.unlp.edu.ar
F. R. LA ROSSA. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Instituto de Microbiología y Zoología Agrícola. Centro de Investigaciones de Cs. Veter. y Agron. CC 25 (1712). Castelar. Bs. As. Argentina. E-mail: rlarossa@cni.inta.gov.ar
S. LANATI. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Estación Experimental Agropecuaria La Consulta. CC. N° 8 (5567). La Consulta. Mendoza. Argentina. E-mail: slanati@laconsulta.inta.gov.ar

Palabras clave: tablas de vida, tasa intrínseca de crecimiento, pulgón de la cebolla.

INTRODUCCIÓN

Neotoxoptera formosana (Takahashi, 1921), conocido en el mundo como "onion aphid", es una importante plaga en cultivos comerciales de cebolla, ajo, puerro y cebolla de verdeo, no solo por los daños directos causados al punzar y succionar los tejidos vegetales tiernos, sino también por los daños indirectos, en su rol de vector de fitovirus (MELO FILHO *et al.*, 2005, POTENZA *et al.*,

2005). De amplia distribución geográfica, ha sido citado en China, Taiwan, Corea, Australia, Nueva Zelanda, Hawaii y América del Norte, (BLACKMAN & EASTOP, 1985). En Europa se ha verificado su presencia en Finlandia (EPPO, 2005) e Italia (BARBAGALLO & CIAMPOLINI, 2000). En América del Sur fue citado en Venezuela (CERMELLI, 1990); en Chile (STAR *et al.*, 1994) y en Brasil (SOUZA-SILVA e ILHARCO, 1995). En Argentina las detecciones y los posteriores estudios

de su biología se realizaron a partir de fines de los 90's (VASICEK *et al.*, 2000, 2001, 2005a, b). En Japón (SAKO *et al.*, 1990) y en Guam (WALL, 2000), citan a *N. formosana*, como transmisor de virus, tales como el Garlic Latent Carlavirus (GLCV) y Papaya Ringspot Virus (PRV).

Cuando individuos de *N. formosana* invaden y colonizan los cultivos, rápidamente desarrollan profusas colonias que cubren hojas y tallos de hospederas del género *Allium*; su aparición se registra frecuentemente desde emergencia-brotación y luego durante todo el ciclo; aunque también se lo ha citado atacando bulbos en almacenamiento (LANGE, 1944; BLACKMAN & EASTOP, 1985). Los daños se manifiestan mediante necrosis de los tejidos afectados, deshidratación general y muerte de las jóvenes plantas, como fuera observado por los autores; obligando en ocasiones a la resiembra y complicando el manejo de cultivos comerciales.

Si bien el áfido ha sido citado en varios países, no se han encontrado antecedentes sobre su biología y comportamiento, a excepción de las realizadas en Argentina sobre ajo (*Allium sativum* L.) (VASICEK *et al.*, 2000); ciboulette (*Allium schoenoprasum* L.) (VASICEK *et al.*, 2001); cebolla (*Allium cepa* L.) (VASICEK *et al.*, 2005a); cebolla de verdeo (*Allium fistulosum* L.), echalote (*A. ascalonicum* L.) y puerro (*A. porrum* L.) (VASICEK *et al.*, 2005b). La fecundidad y supervivencia de los áfidos son influenciadas cuando se desarrollan sobre variedades diferentes, aspecto muy importante en el fitomejoramiento (LARA *et al.*, 1978, 1979) y sobre todo en el manejo integrado de plagas. Estas estimaciones fueron utilizadas para evaluar resistencia en plantas (LE ROUX *et al.*, 2004) y como patrón para seleccionar enemigos naturales (SCHÖLLER & HASSAN, 2001; PERDIKIS & LYKOURESSIS, 2002; TONG-XIAN, 2005).

De acuerdo a los escasos antecedentes referidos a la funcionalidad biológica y poblacional de *N. formosana*, tanto como por su presencia habitual en liliáceas cultivadas y, con el objetivo de aportar información

para su mejor conocimiento, el presente trabajo tiene como propósito evaluar la influencia de siete cultivares de ajo en relación a los parámetros biodemográficos del áfido, bajo condiciones controladas y permitir así esbozar estrategias de control en el marco del Manejo Integrado de Plagas (MIP).

MATERIAL Y MÉTODOS

Las crías masivas de *N. formosana* se llevaron a cabo en el insectario de la Cátedra de Zoología Agrícola (FCAYF-UNLP, Buenos Aires, Argentina), sobre bulbillos de ajo (*Allium sativum* L.) en brotación de los cultivares Morado INTA, Licán INTA, Norteño INTA, Nieve INTA, Perla INTA, Unión FCA y Sureño INTA, procedentes de la provincia de Mendoza (Argentina). Para los bioensayos se utilizaron recipientes de plástico de 60 cm³ conteniendo tierra, mezclada con 1/3 de compuesto orgánico esterilizado en autoclave a 120°C, 1 Kg/cm², durante 1 h, repitiendo este procedimiento a las 48 h (DHINGRA & SINCLAIR, 1985), cerrados con una tapa perforada que permitía la emergencia del brote, y otro orificio por el cual se inyectaba agua; se protegieron con envases transparentes de idénticas características, cubiertos en la parte superior con una malla de tul. Se dispusieron individualmente hembras partenóginas ápteras sobre los brotes de ajo, a las que se dejaron producir descendencia durante 24 h; luego se retiraron todos los individuos menos uno, obteniéndose simultáneamente 2 cohortes de 30 ninfas neonatas iniciales para cada uno de los 7 cultivares. Se conformaron así 14 cohortes, totalizando el estudio sobre 420 individuos. Los bioensayos se mantuvieron en una cámara a 20 ± 1°C; 14:10 horas (fotofase: escotofase) y aproximadamente 70 % de humedad relativa. A diario se registraron los cambios de estadio, el número de insectos muertos y los nacimientos, a partir de haber alcanzado el estado adulto. El material vegetal se renovó de acuerdo a las necesidades. Los parámetros obtenidos fueron: a) período ninfal, definido como el tiempo que transcurre desde el

nacimiento hasta la cuarta muda; b) período pre-reproductivo, desde la cuarta muda hasta la primera parición; c) período reproductivo, considerado como el tiempo que transcurre desde la puesta de la primera hasta la última ninfa y d) período post-reproductivo, desde ese momento hasta la muerte del áfido. La longevidad se consideró como la duración total de vida y la fecundidad como la descendencia promedio de los individuos (hembras) que alcanzaron el estado adulto en cada una de las cohortes. Estos valores fueron comparados mediante ANOVA y test de Tukey (HSD) con $\alpha = 0,05$ y $n = 60$. A partir de la confección de tablas de vida se estimaron los estadísticos vitales: supervivencia por edades (l_x); fecundidad por edades (m_x) y los siguientes parámetros poblacionales: tasa neta de reproducción (R_0) (número de hembras recién nacidas por hembra); tasa intrínseca de crecimiento natural (r_m) (número de hembras por hembra por unidad de tiempo); tiempo generacional medio (T); tasa finita de incremento (λ) (número de veces que la población se multiplica sobre sí misma por unidad de tiempo) y tiempo de duplicación (D) (número de unidades de tiempo requerido por la población para duplicarse en número) (SOUTHWOOD, 1994) y cuyas ecuaciones son las siguientes:

$$\sum_{x=0}^{\infty} l_x m_x e^{-r_m x} = 1 \quad R_0 = \sum_{x=0}^{\infty} l_x m_x \quad T = \frac{\ln R_0}{r_m}$$

Ecuación de Lotka

$$\lambda = e^{r_m} \quad D = \frac{\ln 2}{r_m}$$

donde: x = edad (días); $e = 2,718...$; \ln = logaritmo natural. En virtud de que la Ecuación de Lotka resulta difícil de derivar, el parámetro r_m se despejó mediante sucesivas iteraciones o repeticiones matemáticas de dicha ecuación. Los cálculos se realizaron empleando los programas Period y Tablavi (LA ROSSA y KAHN, 2003); este último aplica el método "Jackknife" (HULTING *et al.*, 1990) para obtener estimadores de los parámetros

demográficos, especialmente de aquellos que surgen de ecuaciones difíciles de derivar, y los correspondientes errores estándar, con los cuales es posible efectuar comparaciones entre las cohortes. Los resultados fueron analizados mediante ANOVA y test de Tukey con $\alpha = 0,05$ y $n = 60$. Las curvas teóricas de crecimiento sobre cada cultivar se desarrollaron a partir de la ecuación:

$$N_t = N_0 \lambda^t$$

donde: N_0 y N_t : número inicial y final de áfidos; λ : tasa finita de crecimiento; t : tiempo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con la finalidad de detectar la posible influencia de los distintos cultivares de ajo sobre la biología y la demografía del áfido, se compararon los parámetros obtenidos. En el Cuadro 1 se expone la duración media de los estados juvenil y adulto, este último dividido en tres etapas concernientes a la reproducción. En todos los casos excepto en el período pre-reproductivo, el análisis de la varianza y luego la prueba de Tukey demostraron que las cohortes fueron influenciadas por el cultivar sobre el cual se desarrollaron. Así fue posible evidenciar sobre Nieve y en menor medida Morado, Unión y Perla, una mayor rapidez en alcanzar el estado adulto respecto de los restantes. El período reproductivo fue más largo en Sureño y Unión, resultando más breve en Norteño, que se extendió por un lapso casi igual al del período ninfal. Asimismo los áfidos resultaron menos longevos sobre Norteño y Nieve, a pesar de la diferencia observada en la duración de la respectiva etapa juvenil. La mayor longevidad total fue registrada sobre el cultivar Sureño. El período pre-reproductivo fue uniforme en todos los casos y en el post-reproductivo las diferencias fueron mínimas y solo significativas entre las cohortes criadas sobre Licán y Nieve.

En cuanto a los parámetros demográficos (Cuadro 2), se encontró que la tasa neta de

Cuadro 1. Duración media en días de los estados ninfal y adulto de *Neotoxoptera formosana* (Takahashi) sobre siete cultivares de ajo (*Allium sativum*).

Cultivar	Ninfal	Pre-reprod.	Reproductivo	Post-reprod.	Longevidad
Norteño	9,11 a ^x	1	10,70 d	2,28 ab	23,10 e
Sureño	8,65 ab	1	28,76 a	2,15 ab	40,57 a
Licán	8,32 b	1	23,68 b	2,97 a	35,97 bc
Perla	7,71 c	1	17,90 c	1,73 ab	28,35 d
Unión	7,57 cd	1	28,57 a	2,35 ab	39,40 ab
Morado	7,07 d	1	24,47 b	2,15 ab	34,68 c
Nieve	6,47 e	1	15,05 c	1,38 b	23,90 e
F ^y	44,66	-	61,07	2,77	55,80
HSD (5%)	0,585	-	3,760	1,26	4,07
n ^z	60	60	60	60	60

^x Valores en la misma columna seguidos por igual letra indican diferencias no significativas. Prueba de Tukey. HSD ($\alpha = 0,05$).

^y Valor *F* del ANOVA.

^z Número de áfidos.

Cuadro 2. Parámetros demográficos de *Neotoxoptera formosana* (Takahashi) sobre siete cultivares de ajo (*Allium sativum*).

	r_m^w	R_0	T	λ	D
Morado	0,275 a ^x	84,65 a	16,11 c	1,317 a	2,516 e
Licán	0,261 b	79,11 a	16,75 bc	1,298 b	2,657 de
Nieve	0,257 b	38,11 c	14,21 d	1,293 b	2,689 d
Unión	0,254 b	77,71 a	17,14 b	1,289 b	2,729 cd
Perla	0,240 c	50,61 b	16,34 bc	1,272 c	2,889 bc
Sureño	0,236 c	78,05 a	18,49 a	1,266 c	2,940 b
Norteño	0,189 d	17,38 d	15,04 d	1,209 d	3,648 a
F ^y	75,93	87,97	49,44	73,90	88,30
HSD (5%)	0,0134	11,68	0,842	0,0171	0,168
n ^z	60	60	60	60	60

^w Valor medio del parámetro demográfico.

^x Valores en la misma columna seguidos por igual letra indican diferencias no significativas. Prueba de Tukey. HSD ($\alpha = 0,05$).

^y Valor *F* del ANOVA.

^z Número de áfidos.

reproducción (R_0) fue más alta en el cultivar Morado junto con Licán, Nieve y Sureño, registrándose la más baja en Norteño. Con respecto al tiempo generacional medio (T), se observó que sobre Sureño, el áfido necesita más tiempo para completar una generación. En cambio las generaciones pueden sucederse con mayor rapidez en los cultivares Licán

y Norteño. En virtud de que la tasa intrínseca de crecimiento natural (r_m) es un parámetro que puede resumir las características vitales de un áfido y resulta muy útil para comparar individuos (o cohortes) de una o varias especies bajo diferentes condiciones (DIXON, 1987), se advierte que las poblaciones de *N. formosana* podrían expresar mejor su poten-

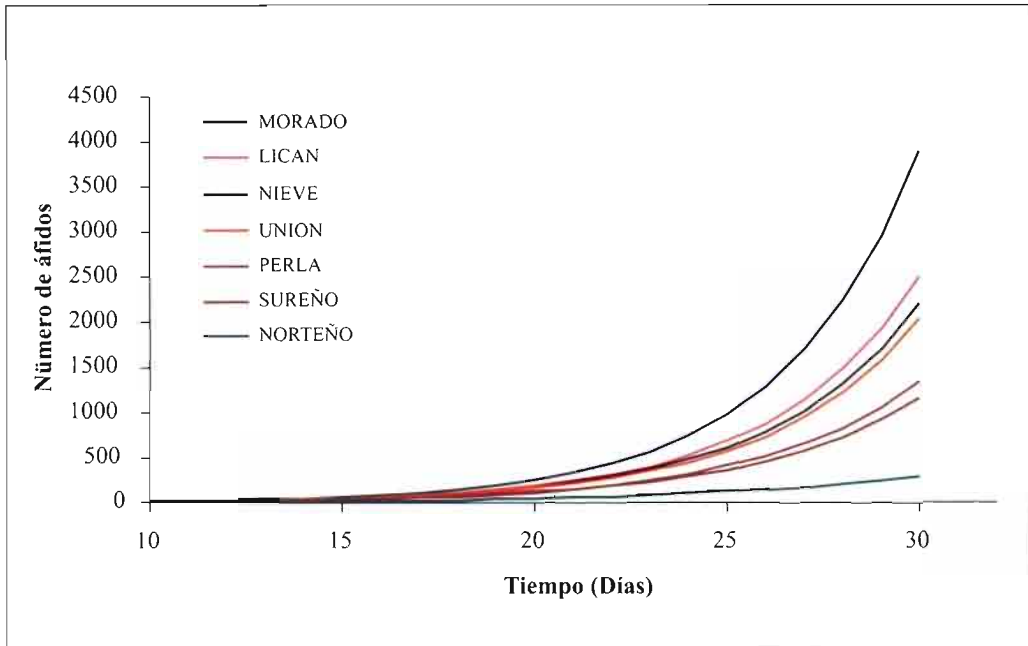


Figura 1. Curva teórica de crecimiento poblacional de *Neotoxoptera formosana* sobre siete cultivares de ajo.

cial reproductivo sobre Morado mientras que, en los restantes cultivares sería comparativamente menor; el más bajo valor de este parámetro se registró sobre Norteño. En cuanto a los restantes parámetros λ y D , el primero sigue igual tendencia que la r_m y el segundo lo hace de manera inversa, estando ambos estrechamente relacionados matemáticamente. Con los parámetros obtenidos es posible modelizar curvas potenciales de incremento poblacional en función del tiempo a partir de un muestreo inicial simulado, mediante la última ecuación (N_t).

En ausencia de factores extrínsecos de mortalidad y partiendo de una hembra partenogenética de cualquier edad por unidad de muestreo, es posible inferir que la población se incrementaría en alrededor de 3.900 hembras sobre Morado en 30 días, mientras que en Norteño sólo se llegarían a 300 en el mismo lapso (Figura 1).

No han sido hallados trabajos que aborden específicamente esta temática en la bibliografía

mundial con los cuales discutir los resultados aquí obtenidos, excepto el que efectuaran los autores sobre un cultivar de ajo no precisado adquirido en el comercio (VASICEK *et al.*, 2000). En aquella oportunidad el objetivo era comparar el comportamiento de esta especie con la congénica *Neotoxoptera oliveri* (Essig) y los valores del conjunto de los parámetros de *N. formosana* resultaron muy similares a los hallados aquí sobre el cultivar Morado. Este último es el que presenta mayor riesgo, pues en él, el áfido expresa su mayor potencial reproductivo.

Si bien *N. formosana* no ha sido hallado aún en la provincia de Mendoza, principal zona productora de ajo en la República Argentina, se deberían recomendar constantes monitoreos en campo a fin de detectar tempranamente posibles infestaciones así como extremar las medidas cuarentenarias ante la entrada, en caso de producirse, de materiales liliáceos (bulbos) procedentes de otras zonas o países.

ABSTRACT

VASICEK A., F. R. LA ROSSA, A. PAGLIONI, S. LANATI, M. LÓPEZ. 2007. Biological and populational functionality of *Neotoxoptera formosana* (Takahashi) (Hemiptera: Aphididae) on seven garlic cultivars under laboratory conditions. *Bol. San. Veg. Plagas*, **33**: 325-331.

Cohorts of *Neotoxoptera formosana* (Takahashi) were reared on the garlic (*Allium sativum*) cultivars Licán, Morado, Nieve, Norteño, Perla, Sureño and Unión at $20 \pm 1^\circ\text{C}$, 70% relative humidity and 14:10 h LD cycle. Under these conditions, the nymphal period was longest on Norteño with 9,11 days and the shortest was on Nieve with 6,47 days. However, the reproductive period scarcely lasted 10,7 days on Norteño whereas on Nieve and Perla it has extended for 15 and almost 18 days and ca. 28 days on Sureño and Unión. This fact has influenced directly on the longevity that results longer in the last cultivars with ca. 40 days. Despite significant differences were not found among the net reproductive rate (R_0) of the cohorts reared on Morado, Licán, Sureño and Unión (77 to 85 ♀/♀/generation), the intrinsic rate of natural increase was significantly higher on Morado ($r_m = 0,275$ ♀/♀/day). Although *N. formosana* was not found in the garlic principal productive area of Argentina yet, it's necessary to advise that after a possible introduction, the aphid could rapidly multiply on Morado because it expresses better its reproductive potential respect to the other studied cultivars.

Key words: life tables, intrinsic rate of increase, onion aphid.

REFERENCIAS

- BARBAGALLO, S.; CIAMPOLINI, M. 2000. The onion aphid, *Neotoxoptera formosana* (Takahashi), detected in Italy. *Bolletino di Zoologia Agraria et di Bachicoltura*, Serie II, **32**(3): 245-258.
- BLACKMAN, R.; EASTOP, V. F. 1985. Aphids on the world's crops: An identification guide. Chichester, UK. John Wiley and Sons, 466 pp.
- CERMELLI, M. 1990. Lista actualizada de las especies de áfidos (Homoptera: Aphidoidea) de Venezuela. *Boletín de Entomología Venezolana*, **5**(20): 183-187.
- DHINGRA, O. D.; SINCLAIR, J. B. 1985. Basic plant pathology methods. CRC Press Inc., Boca Ratón, FL, USA, 439 pp.
- DIXON, A. F. G. 1987. Parthenogenetic reproduction and the rate increase in aphids. In Minks, A. K & P. Harrewijn (Eds.). World Crop Pests. Aphids, their biology, natural enemies and control. Vol. 2A. Elsevier. Amsterdam. 269-287 pp.
- EPPO. 2005. *Neotoxoptera formosana* (Homoptera: Aphididae): Onion Aphid. http://www.eppo.org/QUARANTINE/Alert_List/deleted%20files/insects/Neotoxoptera_formosana.doc
- HULTING, F. L.; ORR D. B.; OBRZYCKI, J. J. 1990. A computer program for calculation and statistical comparison of intrinsic rates of increase and life tables parameters. *Florida Entomologist*, **73**(4): 601-612.
- LANGE, J. R., W. H. 1944. The effect of the war on truck crop insect control in California. *Journal of Economic Entomology*, **37**(6): 734-737.
- LARA, F. M.; MAYOR, J.; COELHO, A.; FERNANDES, J. B. 1978. Resistência de variedades de couve a *Brevicoryne brassicae* (Linnaeus, 1758). I Preferência em condições de campo e laboratório. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, **7**(2): 175-182.
- LARA, F. M.; COELHO A.; MAYOR, J. 1979. Resistência de variedades de couve a *Brevicoryne brassicae* (Linnaeus, 1758). II Antibiose. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, **8**(2): 217-223.
- LA ROSSA, F. R.; KAHN, N. 2003. Dos programas de computadora para confeccionar tablas de vida de fertilidad y calcular parámetros biológicos y demográficos en áfidos (Homoptera: Aphidoidea). *Revista de Investigaciones Agropecuarias* (INTA), **32**(3): 127-142.
- LE ROUX, V.; SAGUEZ, J.; VINCENT, CH.; GIORDANENGO, P. 2004. Rapid method to screen resistance of potato plants against *Myzus persicae* (Homoptera: Aphididae) in the laboratory. *Journal of Economic Entomology*, **97**(6): 2079-2082.
- MELO FILHO, P. A.; DUSI, A. N.; COSTA, C. L.; RESENDE, R. O. 2005. Colonização de plantas de alho por *Neotoxoptera formosana* no DF. *Horticultura Brasileira*, **23**(4): 929-930.
- PERKIDIS, D. CH.; LYKOURESSIS, D. P. 2002. Life table and biological characteristics of *Macrolophus pygmaeus* when feeding on *Myzus persicae* and *Trialeurodes vaporariorum*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, **102**(3): 261-272.
- POTENZA, M. R.; JOCYS, T.; NAKAOKA SAKITA, M.; RAMOS, A. C. O.; OLIVEIRA, R. C. G. 2005. Avaliação de produtos naturais para o controle do pulgão *Neotoxoptera formosana* (Hemiptera: Aphididae) em cebolinha (*Allium fistulosum*). *Arquivos do Instituto Biológico*, v.72, (supl. 2), p. 54.
- SAKŌ, I.; TANIGUCHI, T.; OSAKI, T.; INOUE, T. 1990. Transmission and translocation of Garlic Latent Virus in rakkyo (*Allium chinense* G. Don). *Proceedings of the Kansai Plant Protection Society*, **32**: 21-27.

- SCHÖLLER, M.; HASSAN, S. A. 2001. Comparative biology and life tables of *Trichogramma evanescens* and *T. cacoeciae* with *Ephestia elutella* as host at four constant temperatures. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, **98**(1): 35-40.
- SOUTHWOOD, T. R. E. 1994. Ecological methods. Second edition. Ed. Chapman & Hall, London. 524 pp.
- SOUZA-SILVA, C. R.; ILHARCO, A. 1995. Afídeos do Brasil e suas plantas hospedeiras (lista preliminar). EDUFSCar, 85 pp.
- STAR, P.; RODRÍGUEZ, F.; REMAUDIÈRE, G. 1994. Asociación planta-áfidos-parasitoide (Hom., Aphidoidea; Hym., Aphidiidae), en la zona central de Chile. *Revista Agricultura Técnica*, Chile, **54**(1): 46-53.
- TONG-XIAN, L. 2005. Life history and life table analysis of the whitefly predator *Delphastus catalinae* (Coleoptera: Coccinellidae) on collards. *Insect Science*, **12**(2): 129-135.
- VASICEK, A.; LA ROSSA, F.; MORENO K., A. 2000. Parámetros poblacionales de dos especies de *Neotoxoptera* Theobald (Homoptera: Aphidoidea) sobre ajo (*Allium sativum* L.) en condiciones de laboratorio. *Revista Chilena de Entomología*, **27**: 11-17.
- VASICEK, A.; LA ROSSA, F.; PAGLIONI, A. 2001. Parámetros biológicos y poblacionales de dos especies de *Neotoxoptera* Theobald (Homoptera: Aphidoidea) sobre ciboulette (*Allium schoenoprasum* L.) en condiciones de laboratorio. *Revista de la Facultad de Agronomía*, UBA, **21**(2): 99-104.
- VASICEK, A.; LA ROSSA, F.; AYALA, F. y MENDY, M. 2005a. Parámetros biológicos y poblacionales de dos especies de *Neotoxoptera* Theobald (Homoptera: Aphidoidea) sobre *Allium cepa* L. en condiciones de laboratorio. *Revista Agro-Ciencia*, Chile, **21**(1): 19-24.
- VASICEK, A.; LA ROSSA, F.; LÓPEZ, C.; MENDY, P. y PAGLIONI, A. 2005b. Evaluación de los parámetros biológicos y poblacionales de *Neotoxoptera formosana* (Takahashi) (Hemiptera: Aphidoidea) sobre tres Alliaceae hortícolas en condiciones de laboratorio. *Bol. San. Veg. Plagas*, **31**: 225-230.
- WALL, G. C. 2000. ADAP: Agricultural Development in the American Pacific. <http://www.ctahr.hawaii.edu/adap2/information/pubs/2000-13.pdf>

(Recepción: 13 marzo 2007)

(Aceptación: 25 junio 2007)

Metodologia para Avaliação da Preferência Hospedeira de Parasitóides do Gênero *Trichogramma* Westood

R. T. THULER, H. X. L. VOLPE, S. A. DE BORTOLI, R. M. GOULART, C. L. T. P. VIANA

Os insetos do gênero *Trichogramma* são parasitóides de ovos de inúmeros hospedeiros, sendo seu desenvolvimento e preferência diferentes para cada hospedeiro que ele parasita. Dessa maneira, objetivou-se com este trabalho avaliar a especificidade de *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em relação a três espécies habitualmente parasitadas, *Anagasta kuehniella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae), *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) e *Plutella xylostella* (Linnaeus) (Lepidoptera: Plutellidae). O ensaio foi realizado no Laboratório de Biologia e Criação de Insetos da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal – UNESP. Foram realizados testes de preferência (dupla e múltipla chance de escolha) do parasitóide em relação aos ovos dos hospedeiros. Na análise dos resultados verificou-se, para o teste com dupla chance de escolha, que *T. pretiosum* preferiu *A. kuehniella* em relação à *P. xylostella*. O mesmo ocorreu para o tratamento onde *A. kuehniella* foi confrontada com *S. frugiperda* e não houve preferência entre *S. frugiperda* e *P. xylostella*. Não houve diferença em porcentagem de emergência para todos os tratamentos. Em teste de múltipla chance de escolha, *T. pretiosum* preferiu *S. frugiperda* e *A. kuehniella*, ocorrendo ainda maior preferência para o primeiro hospedeiro na análise do Índice de Preferência. A porcentagem de emergência foi maior para *A. kuehniella* e *P. xylostella*. Pelos resultados obtidos conclui-se que as arenas desenvolvidas para o teste de dupla e múltipla chance mostraram-se eficientes para analisar a preferência do parasitóide e que *T. pretiosum* prefere *S. frugiperda* e *A. kuehniella*, sendo que a porcentagem de emergência é melhor em ovos desse último, juntamente com *P. xylostella*.

R. T. THULER, H. X. L. VOLPE, S. A. DE BORTOLI, R. M. GOULART, C. L. T. P. VIANA, Departamento de Fitossanidade, Laboratório de Biologia e Criação de Insetos, FCAV/UNESP, CEP: 14884-900, Jaboticabal – São Paulo. rthuler@hotmail.com

Palavras-Chave: *T. pretiosum*, controle biológico, ovos de Lepidoptera.

INTRODUÇÃO

Os trichogramatídeos constituem um importante grupo de inimigos naturais com potencial para o controle biológico por eliminarem a praga antes que qualquer dano seja causado à cultura (BLEICHER & PARRA, 1989; BOTELHO *et al.*, 1995). Além disso, a adoção do controle biológico possibilita a diminuição do uso intensivo de inseticidas, o que tem contribuído para a implemen-

tação desse método de controle, juntamente com outros mais utilizados, como o químico (HAJI, 1992).

No Brasil, estudos com *Trichogramma* spp. começaram na década de 1940 para controlar *Neoleucinodes elegantalis* (Guenée) (Lepidoptera: Pyralidae) em tomate (GOMES, 1963). Com isso, o Brasil desenvolveu-se muito na área de controle biológico, motivado principalmente pelas informações geradas em trabalhos envolvendo diferentes

espécies do parasitóide e também pela exigência do mercado por produtos livres de resíduos de agrotóxicos (THULER, 2006). Graças à evolução brasileira na adoção do controle biológico de pragas, são produzidos atualmente entre cinco e dez milhões de adultos por ano, que são liberados em cerca de 60.000 ha de milho e por volta de 1.200 ha de tomate e crucíferas, com perspectivas para aumento da utilização desse parasitóide (PARRA & ZUCCHI, 2004).

A utilização de *Trichogramma* no controle de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em milho e de *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae) em brássicas, tem apresentado bons resultados, no entanto, face à preferência desse parasitóide em relação ao hospedeiro, a seleção de linhagens mais adaptadas pode torná-lo ainda mais eficiente, uma vez que para o sucesso de um programa de controle biológico é importante a escolha adequada da espécie de inimigo natural; para tanto, são necessárias avaliações que devem envolver, principalmente, a preferência e a adequação hospedeira, para que se selecione uma espécie que seja eficiente no controle da praga (HASSAN, 1997).

As espécies que constituem o gênero *Trichogramma* apresentam diferenças que podem alterar sua eficiência no controle de uma determinada praga. Essas espécies variam em sua preferência por hospedeiros (reconhecimento e aceitação), no seu comportamento de busca (localização do hábitat e localização hospedeira) e tolerância às condições ambientais (HASSAN & GUO, 1991; WÜHRER & HASSAN, 1993). Dependem ainda da qualidade do hospedeiro para o seu desenvolvimento, sendo que seu ciclo de vida pode ser alterado em função do tipo de hospedeiro (SCHMIDT & SMITH, 1985).

O parasitóide leva algumas gerações para se adaptar ao hospedeiro alternativo em laboratório. *Trichogramma galloi* Zucchi (Hymenoptera: Trichogrammatidae), por exemplo, demora de quatro a cinco gerações para se adaptar a *A. kuehniella*, enquanto *T. pretiosum* se adapta logo na primeira

geração (ROSSI, 1997). Essa adaptação do inseto pode ocasionar uma perda no seu potencial para parasitar ovos de hospedeiros naturais no campo, o que, segundo COBERT (1985), pode acontecer devido ao condicionamento pré-imaginal adquirido durante a fase larval, com a criação consecutiva do parasitóide no hospedeiro alternativo, por várias gerações.

Com base nessas afirmações sobre a preferência do parasitóide pelo hospedeiro, o objetivo do trabalho foi desenvolver uma metodologia eficaz para avaliação da preferência hospedeira de parasitóides do gênero *Trichogramma*, utilizando ovos de *A. kuehniella*, como hospedeiro alternativo, e *S. frugiperda* e *P. xylostella* como hospedeiros naturais.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Biologia e Criação de Insetos (LBCI), da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista (FCAV-UNESP), Jaboticabal-SP, sob temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$, umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas. A espécie do parasitóide de ovos *T. pretiosum*, linhagem Tp-8, utilizada na experimentação, é parte da coleção de *Trichogramma* do Laboratório de Entomologia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (LE-CCA/UFES) e foram mantidos em ovos de *Anagasta kuehniella* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae).

Criação e manutenção dos hospedeiros.

Como hospedeiros foram utilizados ovos da traça-das-farinhas, *A. kuehniella* (hospedeiro alternativo), adquiridos semanalmente junto à empresa BUG Agentes de Controle Biológico (Piracicaba-SP); ovos da lagarta-do-cartucho do milho, *S. frugiperda* (hospedeiro natural), obtidos no Laboratório de Ecologia Aplicada do Departamento de Fitossanidade da FCAV/UNESP e ovos da traça-das-crucíferas, *P. xylostella* (hospedeiro natural), procedente da criação estoque do LBCI, manti-

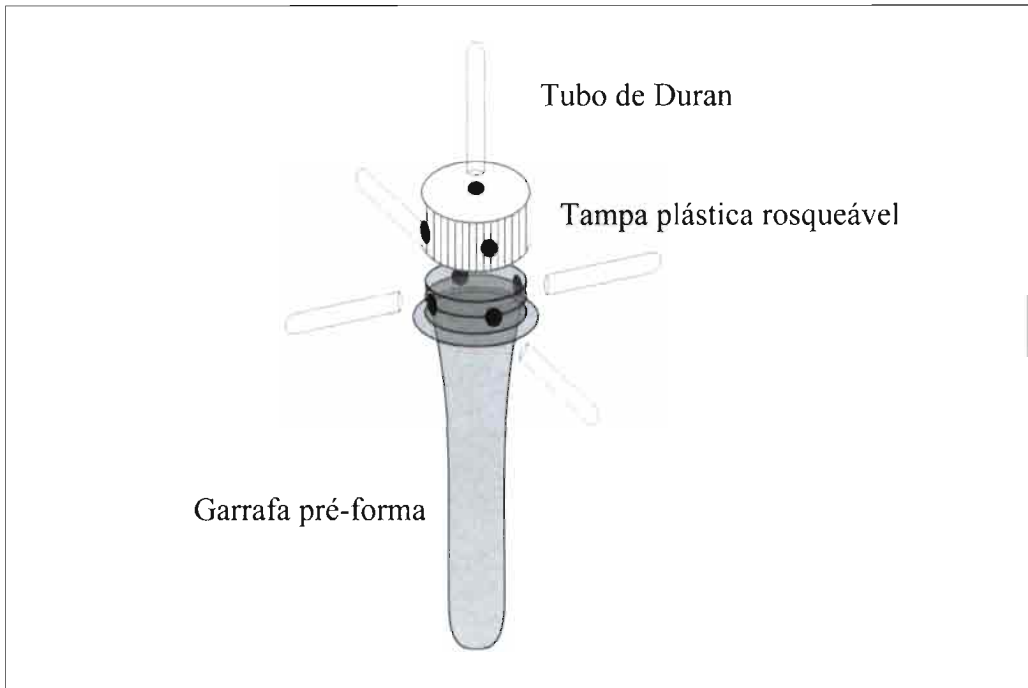


Figura 1. Esquema da arena do teste de dupla chance de escolha.

dos seguindo a metodologia descrita por BARROS & VENDRAMIM (1999).

Criação de *Trichogramma pretiosum*.

A criação foi realizada em ovos de *A. kuehniella* colados com goma arábica (35%) em cartelas de cartolina azul celeste e oferecidos ao parasitóide, que foram mantidos em tubos de vidro de fundo chato (8 cm de altura x 2 cm de diâmetro) fechados com filme plástico, acondicionados em BOD, à temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$, umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas. Após 24 horas de exposição ao parasitóide, essas cartelas foram separadas e colocadas em novos tubos de vidro até a emergência da geração seguinte, completando um novo ciclo.

Teste de Preferência - Dupla chance de escolha. Foram montadas arenas compostas por garrafas transparentes (pré-forma) de polietileno (PET) de 4 cm de altura,

contendo na tampa 4 microtubos de vidro (tubo de Duran) dispostos equidistantemente (Figura 1).

Em 2 tubos de Duran foram colocadas cartelas de cartolina azul celeste (0,4 x 2,0 cm) contendo, por cartela, 45 ovos de *P. xylostella*, outros 2 tubos, contendo 45 ovos de *S. frugiperda*. No tratamento com *A. kuehniella* colocou-se cartelas contendo ovos colados em uma área de $0,4 \text{ cm}^2$, (aproximadamente 200 ovos).

As cartelas foram colocadas nos microtubos, sendo utilizadas duas extremidades da arena com ovos de um hospedeiro e as outras duas extremidades com ovos de outro hospedeiro, expostas ao parasitismo de quatro fêmeas do parasitóide, liberadas em cada arena, através do furo superior da tampa. Desta forma, foram estabelecidos 3 tratamentos com 15 repetições: *P. xylostella* x *A. kuehniella*, *P. xylostella* x *S. frugiperda* e *S. frugiperda* x *A. kuehniella*.

Os parâmetros avaliados foram número de ovos parasitados e porcentagem de emergência do parasitóide, em cada hospedeiro.

Teste de Preferência - Múltipla chance.

As arenas utilizadas nesta fase foram compostas por garrafas transparentes (pré-forma) de polietileno (PET) de 4 cm de altura contendo na tampa seis microtubos de vidro dispostos equidistantemente (Figura 2).

Para realização do teste foram confeccionadas cartelas de cartolina azul celeste (0,4 x 2,0 cm) e colados 45 ovos de *P. xylostella*, 45 ovos de *S. frugiperda* e para *A. kuehniella* colou-se ovos em uma área de 0,4 cm² (aproximadamente 200 ovos), por cartela.

As cartelas contendo ovos dos insetos foram distribuídas de modo que os tubos dispostos em dois extremos recebessem cartelas com o mesmo hospedeiro, colocando-se os três hospedeiros na mesma arena e liberando-se quatro fêmeas do parasitóide

por arena.

Os parâmetros avaliados foram número de ovos parasitados e porcentagem de emergência do parasitóide, em cada hospedeiro.

Análise dos Dados. Para os testes com chance de escolha foi realizada também a análise de variância e a comparação por Tukey ($p = 0,05$), no entanto, para o teste de múltipla chance foi calculado o Índice de Preferência IP, de acordo com KOGAN (1972) e LIN & KOGAN (1990), confrontando-se os hospedeiros, dois a dois, através da fórmula $IP = 2A / (A + T)$, onde A = número de ovos de *P. xylostella* parasitados por *T. pretiosum* e T = *A. kuehniella*, numa das comparações. A = *S. frugiperda* e T = *A. kuehniella*, em outra e ainda, A = *S. frugiperda* e T = *P. xylostella*, na comparação entre os dois hospedeiros naturais.

Aos IP_s calculados foi adicionado/subtraído o valor do Erro Padrão (EP) para a

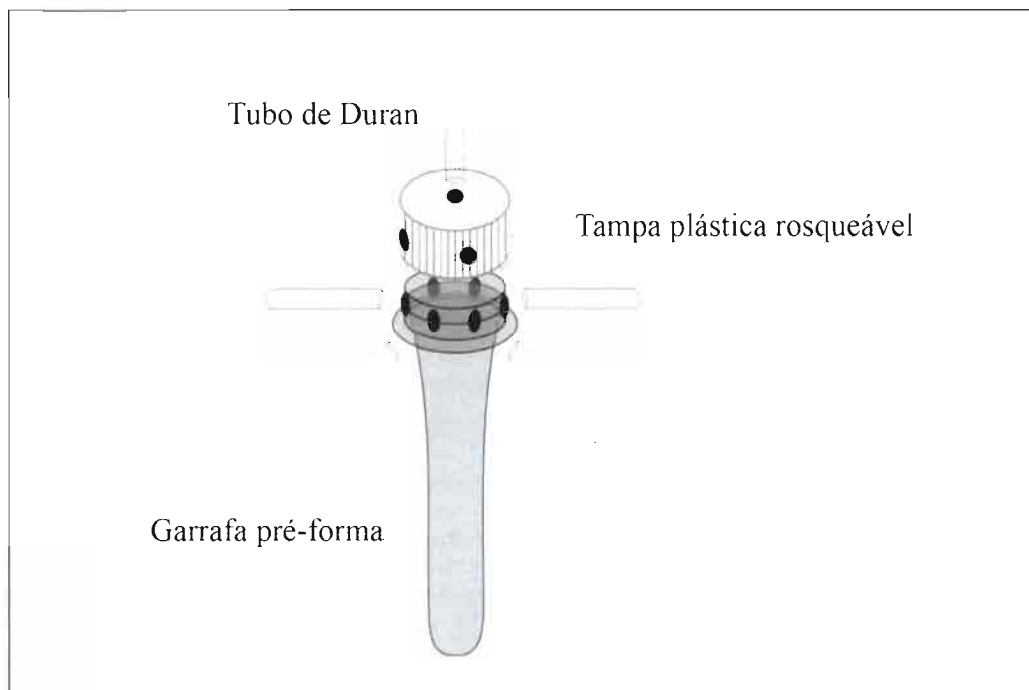


Figura 2. Esquema da arena do teste de múltipla chance de escolha.

média, para maior precisão do valor de Neutralidade que é 1. Para tanto, valores de $IP \pm EP > 1$ indicam preferência pelo hospedeiro "A", valores de $IP \pm EP < 1$ indicam preferência pelo hospedeiro "T" e valores onde $IP \pm EP = 0$, as barras de EP cruzam com o eixo (valor 1), e indicam neutralidade, ou seja, não existe distinção pelos hospedeiros utilizados na comparação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dupla chance. Confrontando os hospedeiros dois a dois foi possível observar que *T. pretiosum* preferiu *A. kuehniella* (26,3 ovos parasitados) em relação à *P. xylostella* (10,4 ovos parasitados) ($F = 10,72$; $gl = 1, 21$; $P < 0,05$), bem como em relação à *S. frugiperda* (27,2 e 1,90 ovos parasitados, respectivamente) ($F = 81,84$; $gl = 1, 27$; $P < 0,01$). No entanto não houve diferença estatística entre a porcentagem de emergência nos ovos de *A. kuehniella* e *P. xylostella* ($F = 1,10$; $gl = 1, 21$; $P > 0,05$). O mesmo ocorreu para o tratamento onde *A. kuehniella* foi confrontada com *S. frugiperda* (Quadro 1).

O parasitóide não demonstrou preferência entre os ovos de *S. frugiperda* e *P. xylostella* ($F = 0,04$; $gl = 1, 21$; $P > 0,05$), não havendo

diferença no parasitismo para ambos os hospedeiros (Quadro 1). A preferência por *A. kuehniella* aliada aos melhores resultados para porcentagem de emergência vêm confirmar as respostas obtidas por VOLPE (2006) nos testes de confinamento (sem chance), podendo remontar ao condicionamento pré-imaginal, os resultados obtidos com esse hospedeiro. Outra confirmação está relacionada à não preferência de *T. pretiosum* entre os hospedeiros naturais *P. xylostella* e *S. frugiperda*, fornecendo indícios para utilização do parasitóide em programas de controle de qualquer uma das pragas citadas.

Em relação à porcentagem de emergência de *T. pretiosum* em ovos dos hospedeiros citados, não ocorreu diferença significativa, porém os ovos de *P. xylostella* e *S. frugiperda* apresentaram os menores valores (88,3% e 93,9%, respectivamente) ($F = 2,15$; $gl = 1, 21$; $P > 0,05$).

Múltipla chance. Na escolha entre os ovos dos três hospedeiros colocados numa mesma arena, *T. pretiosum* preferiu *S. frugiperda* e *A. kuehniella* (8,1 e 7,8 ovos parasitados, respectivamente), no entanto, o número de ovos de *P. xylostella* parasitados não diferiu do resultado obtido para *A.*

Quadro 1. Número de ovos parasitados e porcentagem de emergência(± EP) de *T. pretiosum* em ovos de três hospedeiros confrontados dois a dois, numa mesma arena.

Hospedeiros	Número de Ovos Parasitados					
	n	A X P	n	A X S	n	P X S
<i>A. kuehniella</i>	48	26,3 ± 4,38 a	56	27,2 ± 3,64 a	-	-
<i>P. xylostella</i>	44	10,4 ± 2,41 b	-	-	48	13,1 ± 2,79 a
<i>S. frugiperda</i>	-	-	36	1,9 ± 0,34 b	44	12,2 ± 2,48 a
CV (%)		32,06		33,02		37,94
Hospedeiros	Porcentagem de Emergência					
	n	A X P	n	A X S	n	P X S
<i>A. kuehniella</i>	48	100,0 ± 0,00 a	56	100,0 ± 0,00 a	-	-
<i>P. xylostella</i>	44	98,08 ± 1,91 a	-	-	48	88,3 ± 1,78 a
<i>S. frugiperda</i>	-	-	36	100,0 ± 0,00 a	44	93,9 ± 3,43 a
CV (%)		4,43		0,00		10,09

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey (p =0.05). Dados para número de ovos parasitados, transformados por $(x + 0,5)^{1/2}$.

A X P = *A. kuehniella* X *P. xylostella*; A X S = *A. kuehniella* X *S. frugiperda*; P X S = *P. xylostella* X *S. frugiperda*.

Quadro 2. Número de ovos parasitados e porcentagem de emergência (\pm EP) de *T. pretiosum* em ovos de *A. kuehniella*, *P. xylostella* e *S. frugiperda*.

Tratamentos	n	Nº de ovos parasitados			n	% de emergência		
		A	X	P X S		A	X	P X S
<i>A. kuehniella</i>	120	7,8 \pm 1,54 ab			64	100,0 \pm 0,00 a		
<i>P. xylostella</i>	120	4,1 \pm 1,15 b			60	95,5 \pm 2,55 a		
<i>S. frugiperda</i>	100	8,1 \pm 1,14 a			100	85,7 \pm 3,23 b		
CV (%)		52,33				12,87		

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey ($p=0,05$). Dados para número de ovos parasitados, transformados por $(x + 1,0)^{1/2}$.

A X P X S = *A. kuehniella* X *P. xylostella* X *S. frugiperda*.

kuehniella ($F = 3,64$; $gl = 2, 82$; $P < 0,05$) (Quadro 2).

Apesar do número de ovos parasitados ter sido significativamente maior para *S. frugiperda*, esse hospedeiro foi o que proporcionou a menor porcentagem de emer-

gência do parasitóide, indicando menor adequação hospedeira em relação à *A. kuehniella* e *P. xylostella* ($F = 8,27$; $gl = 2, 53$; $P < 0,01$).

O Índice de Preferência (IP) calculado para o teste de múltipla chance evidencia que os ovos de *S. frugiperda* foram sempre pre-

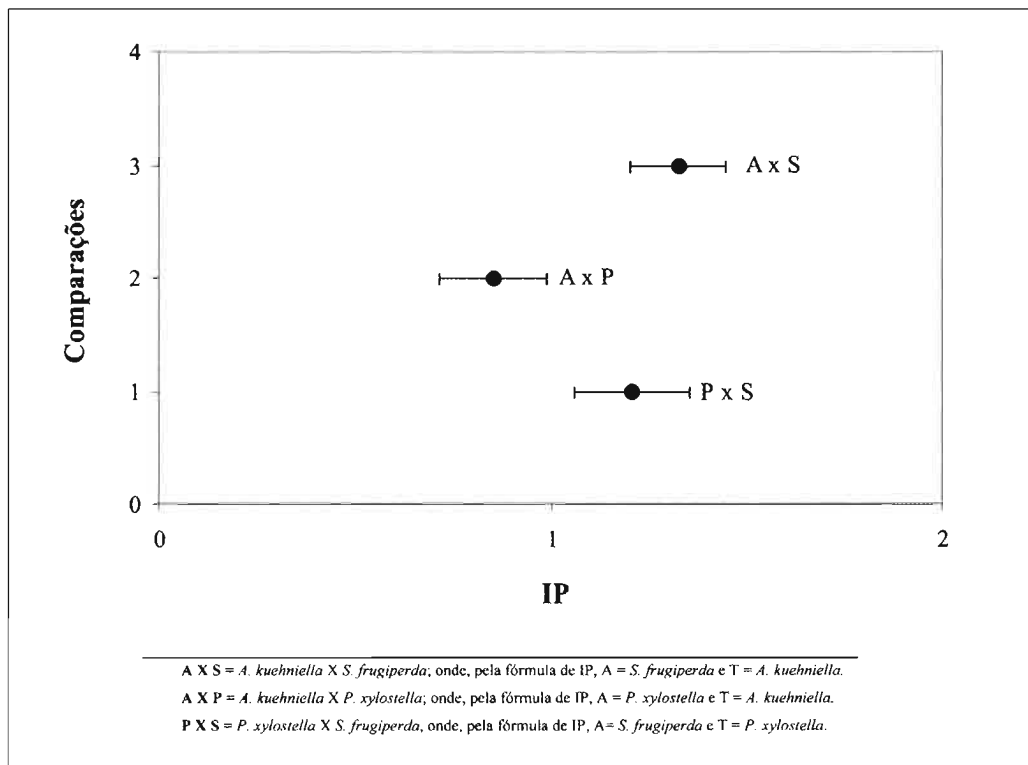


Figura 3. Índice de Preferência (IP) de *Trichogramma pretiosum*, dois a dois, para os três hospedeiros avaliados em teste de múltipla escolha.

feridos para o parasitismo de *T. pretiosum* em relação à *A. kuehniella* ($1,21 \pm 0,15$) e *P. xylostella* ($1,33 \pm 0,12$) (Figura 3). Apesar disso, como já fora relatado anteriormente, nesse hospedeiro ocorreu a menor porcentagem de emergência, confirmando que a preferência nem sempre coincide com as melhores condições para o desenvolvimento do inseto.

P. xylostella foi o hospedeiro menos preferido (Figura 3), no entanto a porcentagem de emergência dos parasitóides em ovos desse hospedeiro foi significativamente superior à observada para *S. frugiperda*, igualando-se a *A. kuehniella* que mostrou sempre os melhores resultados para essa característica biológica (100 %) (Quadro 2).

Entre *A. kuehniella* e *P. xylostella* o valor de IP foi menor que 1, indicando maior preferência ao hospedeiro alternativo (Figura 3).

CONCLUSÕES

As arenas desenvolvidas para teste de dupla e múltipla chance de escolha mostraram-se eficientes para análise da preferência do parasitóide em relação aos ovos dos hospedeiros testados, validando a metodologia proposta.

A linhagem Tp-8 de *T. pretiosum* demonstrou melhor adaptação ao hospedeiro *A. kuehniella*;

T. pretiosum prefere ovos de *S. frugiperda* para o parasitismo, no entanto, esse hospedeiro não apresenta boa adequação para o desenvolvimento desse parasitóide.

AGRADECIMENTOS

Ao APECOLAB/FCAV-UNESP, Jaboticabal-SP, na pessoa do Prof. Dr. Odair Aparecido Fernandes, pelo fornecimento dos ovos de *S. frugiperda*.

RESUMEN

THULER R. T., H. X. L. VOLPE, S. A. DE BORTOLI, R. M. GOULART, C. L. T. P. VIANA. 2007. Metodología para la evaluación de la preferéncia de hospedante por parasitoides del género *Trichogramma* Westood. *Bol. San. Veg. Plagas*, **33**: 333-340.

Los insectos del género *Trichogramma* son parasitoides de huevos de innumerables hospedantes, siendo su desarrollo y preferéncia diferentes para cada uno de ellos. Por esta razón, el objetivo del presente trabajo fue el de evaluar la especificidad de *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) en relación a los huevos habitualmente parasitados de tres especies, *Anagasta kuehniella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae), *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) y *Plutella xylostella* (Linnaeus) (Lepidoptera: Plutellidae). El ensayo consistió en pruebas de preferéncia de doble y múltiple opción. El análisis de los resultados verificó, que en la prueba con doble opción, *T. pretiosum* prefirió más *A. kuehniella* que *P. xylostella* o *S. frugiperda* y entre éstas no mostró diferencia, además, en ninguno de los casos se observó diferencia en el porcentaje de emergencia. En la prueba de múltiple opción, *T. pretiosum* prefirió *S. frugiperda* y *A. kuehniella*, de manera más acusada la primera, según se desprende del análisis del Índice de Preferéncia, aunque el porcentaje de emergencia fue mayor cuando parasita los huevos de *A. kuehniella* y *P. xylostella*. Se concluye que las "arenas" desarrolladas para analizar la preferéncia del parasitoides se muestran eficientes tanto para la prueba de doble como de múltiple opción, y que *T. pretiosum* prefiere *S. frugiperda* y *A. kuehniella*, no obstante el porcentaje de emergencia fue mejor en los huevos parasitados de esta última y de *P. xylostella*.

Palabras clave: parasitoides de huevos, control biológico, huevos de Lepidoptera.

ABSTRACT

THULER R. T., H. X. L. VOLPE, S. A. DE BORTOLI, R. M. GOULART, C. L. T. P. VIANA. 2007. Methodology for Host Preference Evaluation of the *Trichogramma* Parasitoids. *Bol. San. Veg. Plagas*, **33**: 333-340.

Insects of *Trichogramma* genus are egg parasitoids used against many pest worldwide, being that its development and preference can be different for each host parasitized. The objective of this work was to evaluate *Trichogramma pretiosum* specificity in relation to three host species. The research was conducted at Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal (FCAV-UNESP), in the Laboratório de Biologia e Criação de Insetos. Host preferences (dual choice and multiple choice) in relation to *Anagasta kuehniella*, *Spodoptera frugiperda* and *Plutella xylostella* eggs were handled under laboratory conditions. By the dual choice tests was verified differences for the number of parasitized eggs, being *A. kuehniella* preferred in relation to *P. xylostella* and *S. frugiperda*, but no differences were founded in relation to *P. xylostella* and *S. frugiperda*. Among the hosts, adults emergence differences didn't occur. Multiple choice tests indicated higher preference to *S. frugiperda* followed by *A. kuehniella*, and the parasitoid emergence was greater for *A. kuehniella* e *P. xylostella*. By the results its possible to conclude that *A. kuehniella* eggs was better than *P. xylostella* and *S. frugiperda* to *T. pretiosum* development, and the methodology used to the dual choice and multiple choice tests was efficient to discriminate the parasitoid preference.

Key words: *T. pretiosum*, biological control, Lepidoptera eggs.

REFERÊNCIAS

- BARROS, R. & VENDRAMIM, J. D. 1999. Efeito de cultivares de repolho, utilizados para criação de *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae) no desenvolvimento de *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *An. Soc. Entomol. Bras.*, **28** (3): 469-476.
- BLEICHER, E. & PARRA, J. R. P. 1989. Espécies de *Trichogramma* parasitoides de *Alabama argillacea*. Biologia de três populações. *Pesq. Agropec. Bras.*, **24** (8): 929-940.
- BOTELHO, P. S. M., PARRA, J. R. P., MAGRINI, E. A., HADDAD, M. L., RESENDE, L. C. L. 1995. Parasitismo de ovos de *Diatraea saccharalis* (Fabr., 1794) (Lep.: Pyralidae) por *Trichogramma galloi* Zucchi, 1988 (Hym.: Trichogrammatidae) em duas variedades de cana-de-açúcar conduzidas em dois espaçamentos de plantio. *Rev. Bras. Entomol.*, **39**: 591-595.
- COBERT, S. A. 1985. Insect chemosensory responses: a chemical legacy hypothesis. *Ecol. Entomol.*, **10**: 143-153.
- GOMES, J. G. 1963. Histórico do combate biológico no Brasil. Primeiro Simpósio Brasileiro Sobre Combate Biológico. *Bol. Inst. Exp. Est. Rio.*, **21**: 89-97.
- HAJI, F. N. P. 1992. Manejo de pragas do tomateiro no submédio São Francisco. In: O. A. Fernandes, A. do C.B. Correia & S.A. De Bortoli. Manejo integrado de pragas e nematóides. Jaboticabal, FUNEP, p. 341-350.
- HASSAN, S. A. 1997. Seleção de espécies de *Trichogramma* para o uso em programas de controle biológico, p. 183-206. In: J. R. P. Parra & R. A. Zucchi. (ed.). *Trichogramma e o controle biológico aplicado*. Piracicaba, FEALQ, 324p.
- HASSAN, S. A. & GUO, M. F. 1991. Selection of effective strains of egg parasites of the genus *Trichogramma* (Hym., Trichogrammatidae) to control the European corn borer *Ostrinia nubilalis* Hb. (Lep., Pyralidae). *J. Appl. Entomol.*, **111**: 335-341.
- KOGAN, M. 1972. Feeding and nutrition of insects associated with soybeans. 2. Soybean resistance and host preferences of Mexican bean beetle, *Epilachna varivestis*. *Ann. Entomol. Soc. Am.* **65**: 675-683.
- LIN, H. & KOGAN, M. 1990. Influence of induced resistance in soybean on the development and nutrition of the soybean looper and Mexican bean beetle. *Entomol. Exp. Appl.*, **55**: 131-138.
- PARRA, J. R. P. & ZUCCHI, R. A. 2004. *Trichogramma* no Brasil: viabilidade de uso após vinte anos de pesquisa. *Neotrop. Entomol.*, **33** (3): 271-282.
- ROSSI, M. M. 1997. As interrupções de desenvolvimento de *Trichogramma*, p. 151-172. In: J.R.P. Parra & R.A. Zucchi (ed.). *Trichogramma e o controle biológico aplicado*. Piracicaba, FEALQ, 324p.
- SCHMIDT, J. M. & SMITH, J. J. 1985. The mechanism by which the parasitoid wasp *Trichogramma minutum* responds to host clusters. *Entomol. Exp. Appl.*, **39**: 287-294.
- THULER, R. T. 2006. *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae): táticas para o manejo integrado em brássicas. (Doutorado em Agronomia – Entomologia Agrícola) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias / Unesp, Jaboticabal, 80f.
- VOLPE, H. X. L. 2006. *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae): metodologia de pesquisa e testes de preferência. (Graduação em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias / Unesp, Jaboticabal, 52f.
- WÜHRER, B. G. & HASSAN, S. A. 1993. Selection of effective species/strains of *Trichogramma* (Hym.: Trichogrammatidae) to control the diamondback moth *Plutella xylostella* L. (Lep., Plutellidae). *J. of Appl. Entomol.*, **116**: 80-89.

(Recepción: 20 marzo 2007)

(Aceptación: 21 septiembre 2007)

New records and emergence period of *Callidiellum rufipenne* (Motschulsky, 1860) [Coleoptera: Cerambycidae: Cerambycinae: Callidiini] in Argentina

P. TURIENZO

Emergence data and emergence period of different populations of *Callidiellum rufipenne* (Motschulsky, 1860) [Coleoptera: Cerambycidae: Cerambycinae: Callidiini] in Argentina are given. From such data it can be seen that southern populations have a late emergence period, synchronized with the spring of the Southern Hemisphere. In change, a northern population emerges earlier, at the end of the winter, previously to all native species of Cerambycidae that lives in the same area. New localities are added for the country.

P. TURIENZO: Entomología. Departamento de Biodiversidad y Biología Experimental. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. 4° Piso, Pabellón II. (CP 1428) Ciudad Universitaria, Buenos Aires, Argentina. e-mail: paolaturienzo@yahoo.com

Key words: Wood borer, *Cupressus*, South America.

INTRODUCTION

DI IORIO (2004a) mentioned a single specimen of *Callidiellum rufipenne* (Motschulsky, 1860) [Cerambycinae: Callidiini] found in Argentina (Buenos Aires: Pilar) in July 2003. Later it had been mentioned as established by the first time in Argentina in dead branches of *Cupressus macrocarpa* Hartw. by TURIENZO (2006a). From new materials obtained in different localities, the emergence data and emergence period of different populations are given. From such data it can be seen that these populations have different emergence data synchronized or not with the emergence seasons in the Southern Hemisphere.

MATERIALS AND METHOD

During 2005, first emergence data from Pereyra Iraola (Buenos Aires) were given by TURIENZO (2006a) [8 males (ODI), 3 females

(ODI)]. On August 29th of 2006, Turienzo & Di Iorio found closed pupal chambers in wind-fallen broken branches in the same place. These new materials were maintained in rearing cages at ambient temperature. The emergences corresponding to 2006 are present in Table 2. O.R. Di Iorio identified the species for the first time, all specimens had been deposited in his collection (ODI). All known host-plant associations and localities are resumed in Table 3. All plant names and abbreviations of authors are according to WIERSEMA & LEÓN (1999).

RESULTS & DISCUSSION

New records

Cupressus macrocarpa: ARGENTINA. Buenos Aires: Pdo. Berazategui, Parque Pereyra Iraola, 13-VIII-2005, Turienzo & Di Iorio leg., 8 males (ODI), 3 females (ODI) (TURIENZO, 2006a), + 44 males (ODI), 36

Table 1. Emergences of *Callidiellum rufipenne* during 2005.

Emergence date	Amount of specimens and sexes	Emergence time	Temperature and relative humidity at emergence
13-VIII-05	1 male	—	—
19-VIII-05	2 males	16:00 hs	23.1° C, —
21-VIII-05	4 males, 3 females	—	—
22-VIII-05	1 male	15:50 hs	21.6° C, —
25-VIII-05	2 males	—	—
27-VIII-05	1 male, 1 female	—	—
29-VIII-05	1 male	15:31 hs	18.2° C, —
30-VIII-05	2 males	14:00 hs	19.3° C, —
	1 female	14:05 hs	19.6° C, —
	3 males	14:50 hs	19.6° C, —
	1 male	15:05 hs	19.1° C, —
	1 male	15:12 hs	19.6° C, —
	2 males	15:38 hs	19.6° C, —
	1 female	16:50 hs	16.8° C, —
3-IX-05	2 males	11:23 hs	14.9° C, —
	2 males, 1 female	15:30 hs	18.0° C, —
4-IX-05	2 males, 1 female	14:50 hs	20.9° C, —
	3 females	16:40 hs	20.6° C, —
6-IX-05	1 male	12:50 hs	21.7° C, 43 %
	1 female	13:25 hs	22.6° C, 37 %
	2 males	13:35 hs	22.1° C, 39 %
	1 female	13:55 hs	22.0° C, 37 %
	4 females	14:05 hs	22.1° C, 39 %
	1 male	14:15 hs	22.3° C, 39 %
	1 female	14:25 hs	22.6° C, 37 %
	1 female	14:40 hs	23.4° C, 36 %
	2 males	15:10 hs	24.7° C, 33 %
	1 female	16:00 hs	24.4° C, 32 %
	1 female	16:10 hs	24.3° C, 32 %
	1 male	18:00 hs	20.3° C, 45 %
7-IX-05	3 males, 2 females	—	—
8-IX-05	1 female	12:45 hs	25.5° C, 32 %
	1 female	13:15 hs	26.8° C, 30 %
	1 male	13:39 hs	27.3° C, 29 %
	3 males, 2 females	14:00 hs	28.5° C, 28 %
	1 male, 2 females	14:45 hs	29.7° C, 30 %
	1 males, 1 females	18:00 hs	23.6° C, 36 %
9-IX-05	1 female	—	—
18-IX-05	1 male	14:15 hs	24.9° C, —
	1 male, 1 female	14:24 hs	25.3° C, —
	1 female	17:53 hs	22.0° C, 34 %
19-IX-05	1 male	13:40 hs	18.4° C,
	1 male, 1 female	16:25 hs	18.3° C,
21-IX-05	1 male	13:53 hs	25.2° C, 57 %
	1 female	14:22 hs	25.9° C, 60 %
	1 female	14:55 hs	26.5° C, 51 %
	1 female	15:46 hs	26.3° C, 46 %
22-IX-05	1 male	13:15 hs	21.7° C, 63 %
TOTAL	49 males, 37 females		
Sex ratio	1.32 : 1.00		

Table 2. Emergence data of *Callidiellum rufipenne* during 2006 from different localities in the province of Buenos Aires, Argentina.

Emergence date	Specimens and sex	Temperature and relative humidity [emergence date]
Pdo. Berazategui, Parque Pereyra Iraola, 29-VIII-06		
12/14-VIII-06	6 m, 6 f	Not recorded
15-VIII-06	1 m	Not recorded
16-VIII-06	1 m, 3 f	Not recorded
19-VIII-06	2 m, 2 f	Not recorded
20-VIII-06	1 m, 2 f	13.9 °C, 43 % RH [13:15 hs]
24-VIII-06	7 m, 4 f	Not recorded
25-VIII-06	3 m, 2 f	Not recorded
26-VIII-06	1 f	18.1 °C, 65 % RH [13:53 hs]
27-VIII-06	1 f	Not recorded
31-VIII-06	1 m, 1 f	25.2 °C, 38 % RH [14:46 hs]
	1 f	25.6 °C, 36 % RH [15:18 hs]
8-IX-06	4 m, 1 f	25.7 °C, 32 % RH [14:54 hs]
	1 m, 1 f	23.6 °C, 32 % RH [16:40 hs]
9-IX-06	2 f	Not recorded
11-IX-06	1 m, 3 f	27.0 °C, 30 % RH [0:05 hs]
	2 f	28.6 °C, 28 % RH [1:19 hs]
12-IX-06	1 m	26.4 °C, 23 % RH [16:55 hs]
14-IX-06	1 m, 1 f	20.0 °C, 20 % RH [11:10 hs]
15-IX-06	1 f	Not recorded
18-IX-06	2 f	Not recorded
19-IX-06	1 f	26.0 °C, 37 % RH [17:00 hs]
20-IX-06	3 f	Not recorded
SEX RATIO	30 males, 40 females	
Pdo. General Pueyrredón, Acantilados, 17- XII- 05		
8-IX-06	1 m	25.4 °C, 35 % RH [14:31 hs]
17-IX-06	1 m	Not recorded
20-IX-06	1 m	Not recorded
Pdo. Mar Chiquita, Nahuel Ruca, 19-III-06		
11-IX-06	1 m	27.1 °C, 30 % RH [12:00 hs]
12-IX-06	1 m	Not recorded
14-IX-06	1 m, 1 f	26.2 °C, 30 % RH [13:50 hs]
16-IX-06	1 m	26.8 °C, 20 % RH [16:20 hs]
17-IX-06	1 m, 2 f	26.9 °C, 27 % RH [13:39 hs]
18-IX-06	3 m	Not recorded
19-IX-06	1 f	25.2 °C, 42 % RH [13:30 hs]
	2 f	25.6 °C, 37 % RH [16:30 hs]
20-IX-06	1 f	Not recorded
21-IX-06	1 f	27.2 °C, 29 % RH [13:36 hs]
25-IX-06	1 m	24.4 °C, 37 % RH [12:45 hs]
26-IX-06	1 m	21.5 °C, 41 % RH [11:30 hs]
	1 f	26.7 °C, 31 % RH [15:00 hs]
27-IX-06	1 m	18.7 °C, 55 % RH [11:40 hs]
	1 m	Not recorded
30-IX-06	1 m	27.5 °C, 37 % RH [13:45 hs]
	1 f	22.8 °C, 41 % RH [19:41 hs]
5-X-06	1 m	24.8 °C, 33 % RH [14: 26 hs]
6-X-06	1 m	Not recorded
7/8-X-06	1 m, 1 f	Not recorded
10-X-06	1 f	25.9 °C, 54 % RH [12:30 hs]
SEX RATIO	16 males, 12 females	

females (ODI) (Table 1), 29-VII-2006, Turienzo & Di Iorio leg., 30 males, 38 females [wind-fallen broken branches] (Table 2); Pdo. Mar Chiquita, Laguna Nahuel Ruca, 19-III-2006, Di Iorio & Turienzo leg., several old larval tunnels with emergence holes from the previous year, 2 males (ODI) inside their pupal chambers, 13 males, 12 females (ODI) [wind-fallen broken branches] (Table 2); Pdo. General Pueyrredón, Acantilados, 17-XII-2005, Di Iorio & Turienzo, several larval tunnels with emergence holes from the previous year, 3 males (ODI) [dead branches on living trees] (Table 2).

Known geographical distribution and host plant

All localities known from *C. rufipenne* in Argentina are restricted up to now to Buenos Aires province (Fig. 1). The author was looking for this plant-insect association in different parts of Buenos Aires, Santa Fe, Córdoba and Neuquén provinces, in different species of the genus *Cupressus*, but no more localities or host plants were obtained. By the moment, *C. rufipenne* is established in old implanted *Cupressus macrocarpa* dead branches, generally broken by strong winds, and fallen to the ground or pending from living trees.

Sex ratios

From Pdo. Berazategui, Parque Pereyra Iraola, the sex ratio (male / female) was 1.32 : 1 (N = 86) for 2005, and 0.75 : 1 (N = 70) for 2006. From Pdo. Mar Chiquita, Nahuel Rucá, the sex ratio was 1.3 : 1 (N = 28) for 2006. No sex ratio can be taken from Pdo. General Pueyrredón, Acantilados, because only 3 specimens were obtained and all were males.

Emergence data and emergence period

Emergence period is established during middle August to middle September in Parque Pereyra Iraola (the northern locality), and during September in the others localities, Acantilados and Nahuél Rucá, in the south (Fig. 1).

This complete the information of emergence data given by DI IORIO (2004a) and TURIENZO (2006a). The first one said that adults emerge in July because one male had been taken for the locality of Pilar (the northern city in which this species was found) (Fig. 1). TURIENZO (2006a) mentioned emergences during middle August during day.

Parasitoids

CAMPADELLI & SAMA (1988) record biological control agents native from Italy belonging to the family Ichneumonidae (Hymenoptera). In this case, only one species of Braconidae, native from Argentina (not identified), were obtained from Pereyra. A similar situation had occurred with the exotic *Phoracantha semipunctata* (F.), whose larval populations are decreased by native Braconidae, indicating that these parasitoids are ecologic-specific and not species-specific.

DISCUSSION

Host plant range

GADEK & QUINN (1993) gave cladograms that provided support for the recognition of a basically northern subfamily (Cupressoideae) and a southern subfamily (Callitroideae) (Fig. 2). The family Taxodiaceae, generally accepted as the sister group of the Cupressaceae, was used as the outgroup (one species in the genus *Cryptomeria*). That is what exactly reflect the host plants chosen by *Callidiellum rufipenne* (Fig. 2), with 2 species in the genus *Juniperus* (*virginiana* and *communis*), 1 species in *Cupressus* (*macrocarpa*), 3 species in *Chamaecyparis* (*obtusata*, *pisifera* and *nootkatensis*), one in *Thuja* (*occidentalis*), and one more in *Thujopsis* (*dolabrata*) (Table 3). By the preceding reasons, mentioned hosts in the genera *Abies* and *Pinus* (Pinaceae) needs a further corroboration.

In United States, this longhorned beetle had been found in living plants one single time, but in its native range dead branches are used for larval development (PASEK, 2000). In the Southern Hemisphere it was

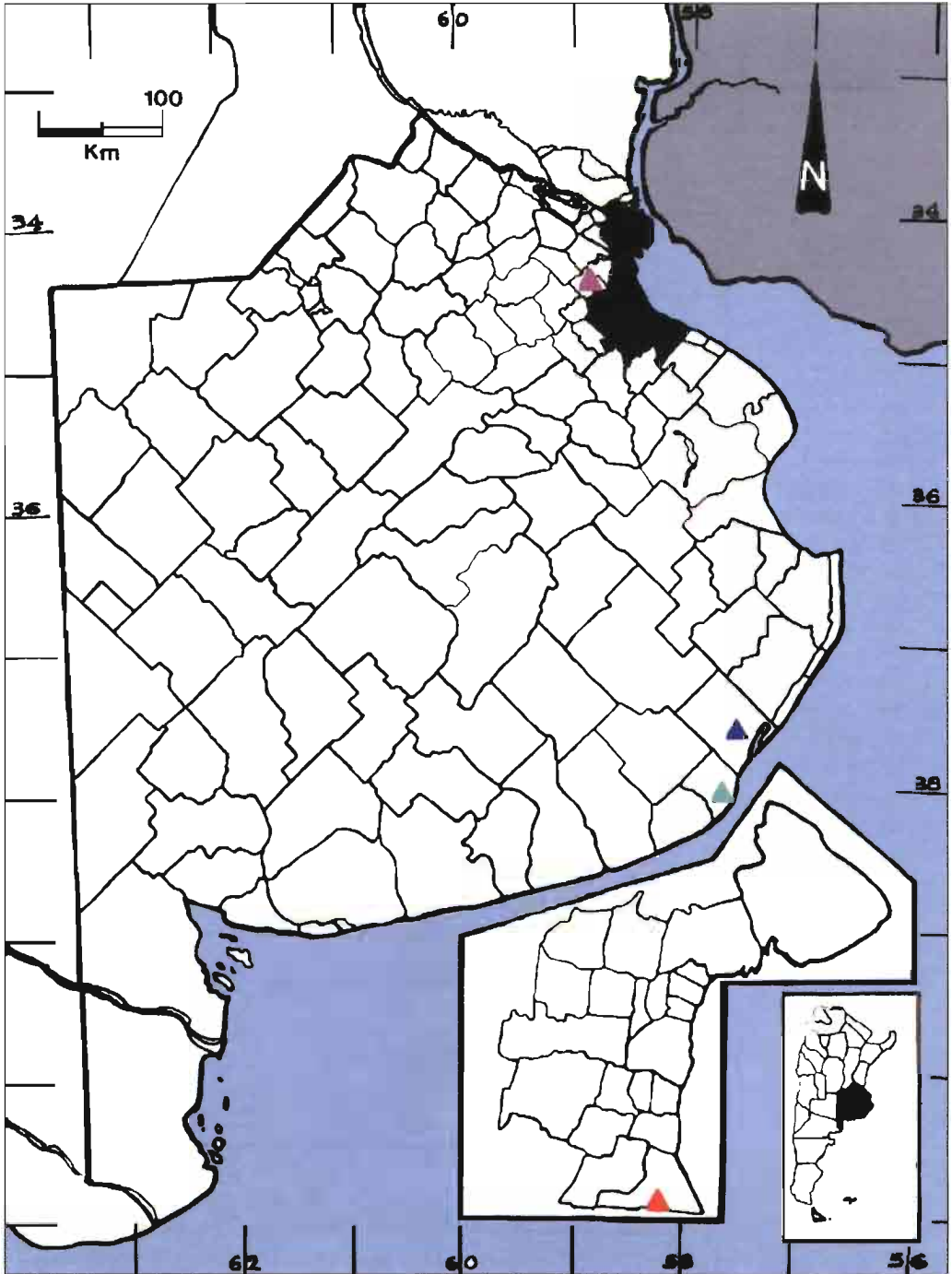


Figure 1. Distribution of *Callidiellum rufipenne* in the province of Buenos Aires (Argentina). from north to south: pink triangle, Pdo. Pilar (DI JORIO, 2004a); red triangle, Pdo. Berazategui, Parque Pereyra Iraola (TURIBENZO, 2006a); blue triangle, Pdo. Mar Chiquita, Laguna Nahuél Rucá; green triangle, Pdo. General Pueyrredón, Acantilados.

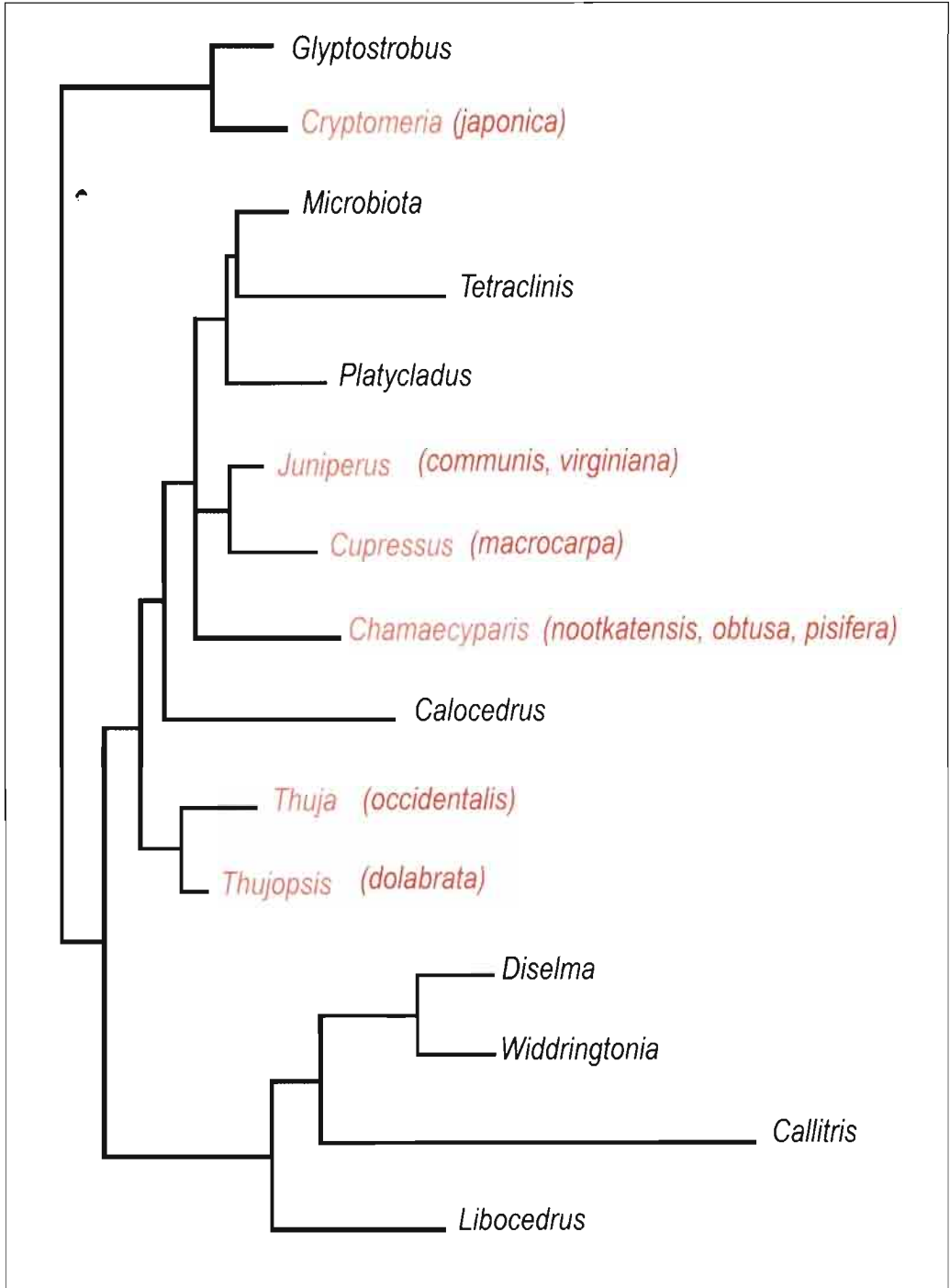


Figure 2. Phylogenetic relations in Cupressaceae family (taken from GADEK & QUINN, 1993), with the host plants chosen by *Callidiellum rufipenne* marked in red.

Table 3. *Callidiellum rufipenne* originally mentioned on native and exotic Coniferae.

Hosts Plant	Localities when stated and references
P <i>Abies</i> spp.	Asia (LINSLEY GRESSIT, 1951); (APHIS, 1999)
C <i>Chamaecyparis nootkatensis</i> (D. Don.) Sudw.	North America (EPPO, 2003)
C <i>Chamaecyparis obtusa</i> (Siebold & Zucc.) Endl.	Japan (LINSLEY GRESSIT, 1951)
C <i>Chamaecyparis pisifera</i> (Siebold & Zucc.) Endl.	(APHIS, 1999)
C <i>Cupressus macrocarpa</i> Hartw.	Spain: unconfirmed (EPPO, 2003); (PASEK, 2000) Argentina: Buenos Aires Province: Parque Pereyra Iraola (TURIENZO, 2006a)
T <i>Cryptomeria japonica</i> (L.f) D. Don	Japan (LINSLEY GRESSIT, 1951); U.S. Ports (intercepted) (APHIS, 1999)
C <i>Juniperus communis</i>	Italy (SAMA, 1988); (APHIS, 1999); (EPPO, 2003)
C <i>Juniperus virginiana</i> L.	Eastern United States: Manteo (APHIS, 1999); North America (EPPO, 2003)
P <i>Pinus</i> spp.	Asia (APHIS, 1999)
C <i>Thuja occidentalis</i> L.	United States: Connecticut (APHIS, 1999); North America (EPPO, 2003)
C <i>Thujaops dolabrata</i> (Thunb. ex L.f.) Siebold & Zucc.	(APHIS, 1999)
C Correspond to Cupressaceae	
T Correspond to Taxodiaceae	
P Correspond to Pinaceae	

always found in *Cupressus macrocarpa* dead branches, a native conifer from Bahia Monterrey, California (USA), in danger of extinction in its original place (LUCAS & SYNGE, 1978). In Argentina, *C. macrocarpa* is one of the most cultivated conifers, mainly in the center of the country, and is also present in Patagonia with the purpose to protect the soil (DE MAGISTRIS, 2003). No other Cerambycidae is registered by the moment in this plant (DI IORIO, 2004b), so no competitors are able by the moment.

Emergence period

In the Northern Hemisphere, *C. rufipenne* emerges from mid April to late May in Japan (SHIBATA, 1994), corresponding to Spring. In China, it emerges in March (late Winter and beginning of Spring) (LINSLEY GRESSIT, 1951). If we compare the emergence data from 2005 and 2006 from the same locality (Pdo. Berazategui, Parque Pereyra Iraola), the emergence period is exactly the same, from middle August to near the end of September. This data correspond to the end of winter in the Southern Hemisphere, where no

one native species of Cerambycidae emerges until the beginning of October (Spring) (DI IORIO, pers. com.). In change, in two of the southernmost populations (Nahuel Rucá; Acantilados), *C. rufipenne* began to emerge at the beginning of September (end of Winter) through the beginning of October (beginning of Spring) (Table 2). At the extreme north of the known distribution (Buenos Aires: Pilar), one specimen was already emerged in July (middle Winter) (DI IORIO, 2004a). In this manner, a latitudinal gradient of emergences can be seen, in which the southern populations emerges latter, similarly to the native species of Cerambycidae in the same province, or similarly to the emergence period in its native range (China) (LINSLEY GRESSIT, 1951).

Generations per year

After the emergences from Pereyra (Table 2), woods were examined in January 2007. Fully grown larvae of a next generation obtained in captivity were present building subcortical tunnels. At the beginning of March 2007, they began to build the pupal

chambers. This is coincident with the previous finding of adults inside the pupal chambers in March 2006 at Nahuel Rucá. The next generation from Pereyra will emerge in the next August, giving as result one generation per year.

Final Comment

In the last years, asiatic beetles of different families were incorporated to the Argentinean fauna (DI IORIO, 2004a; 2005; TURIENZO, 2006a; 2006b). There is not doubts that these introductions are relatively new, perhaps since the 90's years, when the international commerce with asian countries was more intensive. More

investigations and biological data are need to make a clear and more comprehensive evaluation of this insects to know if they are plague or not, and their possible impact on native plants.

ACKNOWLEDGEMENTS

This work was doing by the direction of O.R. Di Iorio. The author thanks him for the assistance, advice and criticism during the preparation of this manuscript.; G. Sama and E. Shibata for their papers about *Callidiellum rufipenne* and P. Urrutia for allow to access to his establishment in Nahuel Rucá (Partido de Mar Chiquita).

RESUMEN

TURIENZO P. 2007. Nuevos registros y período de emergencia de *Callidiellum rufipenne* (Motschulsky, 1860) [Coleoptera: Cerambycidae: Cerambycinae: Callidiini] en la Argentina. *Bol. San. Veg. Plagas*, **33**: 341-349.

Se dan a conocer datos y períodos de emergencia para diferentes poblaciones de *Callidiellum rufipenne* (Motschulsky, 1860) [Coleoptera: Cerambycidae: Cerambycinae: Callidiini] en Argentina. De estos se puede observar que las poblaciones situadas más hacia el sur, tienen un período de emergencia más tardío, sincronizado con la primavera del Hemisferio Sur. En cambio, la población situada más al norte, emerge tempranamente, al final del invierno, previamente a todas las especies nativas de Cerambycidae que viven en la misma área. Nuevas localidades se agregan para el país.

Palabras clave: taladro de la madera, *Cupressus*, America del Sur.

REFERENCES

- APHIS. 1999. Japanese Cedar Longhorned Beetle in the Eastern United States. USDA, Animal and Plant Health Inspection Service (APHIS), Pest Alert, 2 p.
- CAMPADELLI, G. & G. SAMA. 1988. Prima segnalazione per l'Italia di un cerambicide giapponese: *Callidiellum rufipenne* Motschulsky. *Boll. Ist. Ent. "G. Grandi"* Univ. Bologna, **43**: 69-73.
- DE MAGISTRIS, A. A. 2003. Anatomía de la corteza de las Cupressaceae nativas y cultivadas de la Argentina. Tesis doctoral. Universidad de Buenos Aires. Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. 305 p.
- DI IORIO, O. R. 2004a. Especies exóticas de Cerambycidae (Coleoptera) introducidas en Argentina. Parte 2. Nuevos registros, plantas hospedadoras y estatus actual. *Agrociencia, Mexico*, **38**(6): 663-678.
- DI IORIO, O. R. 2004b. Cerambycidae, p. 17-79. In: Catálogo de Insectos fitófagos de la República Argentina y sus plantas asociadas. Cordo, H. A., G. A. Logarzo, K. Braun & O. R. Di Iorio (Coordinators). Sociedad Entomológica Argentina. Buenos Aires, 734 p.
- DI IORIO, O. R. 2005. Una especie asiática de Bruchinae (Coleoptera: Chrysomelidae) que se desarrolla en semillas de *Gleditsia triacanthos* L. (Caesalpinaceae) en la Argentina. *Agrociencia, México*, **39**(3): 327-337.
- EUROPEAN AND MEDITERRANEAN PLANT PROTECTION ORGANIZATION. 2003. *Callidiellum rufipenne* (Coleoptera: Cerambycidae). Cedar Longhorned beetle. In: http://www.eppo.org/quarantine/Alert_List/Insects.
- GADEK, P. A. & C. J. QUINN. 1993. An analysis of the relationships within the Cupressaceae sensu stricto based on rbc sequences. *Ann. Missouri Bot. Gard.*, **80**: 581-586.
- LINSLEY GRESSIT, J. 1951. Longicorn beetles of China. *Longicornia*, Paris. 2: 1-667.

- LUCAS, G. & H. SYNGE. 1978. The IUCN plant red data book. International Union for Conservation of Nature and Natural Resources, Morges, Switzerland.
- PASEK, J. E. 2000. Smaller Japanese Cedar Longhorned Beetle, p. 132-133. In: Pest risk assessment for importation of solid wood packing materials into the United States. USDA, Animal and Plant Health Inspection Service & Forest Service. <http://www.aphis.usda.gov/ppq/praswpm>.
- SHIBATA, E. 1994. Population studies of *Callidiellum rufipenne* (Coleoptera: Cerambycidae) on Japanese cedar logs. *Ann. Entomol. Soc. Am.*, **87**: 836-841.
- TURIENZO, P. 2006a. Definitive incorporation of *Callidiellum rufipenne* (Motschulsky, 1860) to the argentinean fauna of Cerambycidae (Coleoptera). *Bol. San. Veg. Plagas*, **32**(2): 155-156.
- TURIENZO, P. 2006b. First record in Argentina of a plant-insect association, with interest in biological control. *Ecol. Austral.* **16**(1): 95-98.
- WIERSEMA, J. H. & B. LEÓN. 1999. World economic plants. A standard reference. CRC Press, Boca Raton, London, New York & Washington D.D., 749 p.

(Recepción: 12 abril 2007)

(Aceptación: 10 julio 2007)

Aspectos da biologia da traça das flores e frutos novos do coqueiro, *Atheloca subrufella* (Hulst, 1887) (Lepidoptera: Phycitidae)

F. B. SARRO, J. M. S. FERREIRA, W. B. CROCOMO, A. M. LABINAS

No estágio larval, *Atheloca subrufella*, alimenta-se do mesocarpo, na região das brácteas, construindo galerias em varias direções. Seu ataque é caracterizado pela presença de grânulos fecais unidos com fios de seda que se aglomeram na abertura das galerias. A observação de gerações sucessivas, obtidas no laboratório, permitiu verificar que o desenvolvimento larval ocorre em 4 instares com uma razão média de crescimento de 1,65. O período médio de incubação dos ovos de *A. subrufella* foi de 3,4 dias. O número médio de ovos por fêmea foi de 246,5. O período larval médio foi de 10,5 dias. O período pupal médio dos machos foi de 9,4 dias e o das fêmeas de 9,9 dias. A longevidade média do adulto macho foi de 10,3 dias e da fêmea de 9,4 dias, a razão sexual foi de 1:1,1 e a proporção sexual 0,5. O tempo total de ovo até a morte do adulto foi de 34,1 dias para machos e de 33,7 dias para fêmeas.

F. B. SARRO, W. B. CROCOMO. Depto de Produção Vegetal – Defesa Fitossanitária, FCA-UNESP, Rua José Barbosa de Barros, 1780, CEP 18.610-307, Botucatu-SP, Brasil.

J. M. S. FERREIRA. Lab. de Entomologia - Embrapa Tabuleiros Costeiros, Caixa Postal 44, CEP 49025-040, Aracaju-SE, Brasil.

A. M. LABINAS. Depto. Ciências Agrárias - UNITAU - Rua 4 de março, 432, CEP 12020-270, Taubate-SP, Brasil.

Palavras-chave: pragas do coqueiro, *Cocos nucifera*, desenvolvimento larval, razão de crescimento.

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos a cultura do coqueiro-anão sofreu rápida expansão devido a boa perspectiva de retorno econômico com a venda de coco-verde para consumo “in natura”, porém, este crescimento ocorreu de forma desordenada e sem planejamento, sendo a cultura levada para regiões impróprias para seu desenvolvimento. Aliado a este fato observou-se a queda do preço do fruto, ao longo dos últimos anos, devido a grande oferta do produto no mercado. Em decorrência, muitos agricultores deixaram de investir na cultura e passaram a conduzi-la de forma extrativista, propiciando o aparecimento de focos de pragas, que representam

verdadeiras ameaças aos plantios bem conduzidos. Para agravar essa situação ainda existem os plantios antigos da variedade Gigante-do-brasil, considerados, hoje, o principal foco de pragas (FERREIRA *et al.*, 2002a) devido a dificuldade da aplicação de medidas de controle.

Algumas dessas pragas atacam flores e frutos novos devido à preferência por tecidos mais tenros, sendo sua multiplicação na cultura influenciada por fatores climáticos favoráveis, pelo uso inadequado de métodos de controle e, principalmente, pela emissão contínua e mensal de inflorescências no coqueiro (FERREIRA *et al.*, 2002b).

Um das pragas é a traça das flores e dos frutos novos do coqueiro, *Atheloca subru-*

fella (Hulst, 1887) (Lepidoptera: Phycitidae), conhecida nos meios agrônômicos pela sinonímia *Hyalospila ptychis* (DYAR, 1919), de ocorrência generalizada no território brasileiro. No estágio larval essa praga se alimenta dos tecidos tenros presentes debaixo das brácteas dos frutos novos ou dos carpelos das flores femininas causando o abortamento de flores e queda prematura dos frutos em desenvolvimento (FERREIRA *et al.*, 2002a). As lagartas constroem galerias em várias direções e seu ataque é caracterizado pela presença de grânulos fecais aglomerados e unidos por fios de seda na abertura das galerias (MOURA e VILELA, 1998). Os frutos que resistem ao ataque da traça, chegando à maturação, podem ficar deformados tendo seu valor comercial depreciado (FERREIRA *et al.*, 1997).

Ao final do estágio larval, as lagartas tecem um casulo de seda sob a espata seca da inflorescência no qual empupam (MOURA e Vilela, 1998). Após seis a oito dias emerge uma mariposa pequena, medindo 1,4 a 1,8 cm de envergadura, com asas anteriores de coloração parda e as posteriores translúcidas (BONDAR, 1940). Durante o dia os adultos ficam abrigados sob as espatas abertas da inflorescência.

Embora *A. subrufella* seja considerada uma das principais pragas do coqueiro, são raros os trabalhos descrevendo sua biologia e comportamento. As poucas informações existentes são referentes à sua descrição e aos seus danos, além de poucas informações sobre os prejuízos por ela causados. Diante dessa carência de informações procurou-se através desse trabalho desenvolver uma técnica de criação e manutenção dessa espécie em laboratório, utilizando o mesocarpo de frutos novos e estudar alguns aspectos relevantes da sua biologia, visando fornecer subsídios para o desenvolvimento de pesquisas que gerem informações para seu manejo nas palmáceas cultivadas.

MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Entomologia da Embrapa - CPATC

(Centro de Pesquisa Agropecuária dos Tabuleiros Costeiros) em Aracaju-SE, mantido à temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$, umidade relativa de 70% e fotofase de 12h.

Para iniciar a criação em laboratório, foram coletados frutos novos atacados por *A. subrufella* em coqueiros da variedade anão-verde, no Município de Neópolis/ SE. Os frutos coletados foram levados ao laboratório para retirada das lagartas, que foram mantidas em pedaços de mesocarpo de fruto novo até a pupação.

Após a emergência, machos e fêmeas foram transferidos para gaiolas de PVC com 15 cm de altura, recoberta internamente por papel toalha e contendo na parte basal uma placa de Petri e chumaço de algodão embebido em solução de mel a 10%. Na parte superior, as gaiolas foram tampadas com outra placa de Petri para não permitir a fuga das mariposas.

Os ovos depositados no papel toalha foram coletados e transferidos para placas de Petri, forradas com papel filtro umedecido para evitar a desidratação, sendo que 500 ovos foram observados para determinação do período de incubação e porcentagem de eclosão.

Após a eclosão as lagartas foram transferidas e individualizadas em placas de Petri de 9 cm de diâmetro e mantidas até pupação para avaliação do número de ínstar e da longevidade larval. Dentro das placas foram colocados pedaços do mesocarpo do fruto novo do coqueiro para alimentação das lagartas. O substrato alimentar foi trocado diariamente para evitar a contaminação por fungos e suprir a demanda.

Ao longo do período de desenvolvimento larval foi medida a largura da cápsula cefálica de 110 lagartas utilizando um microscópio-estereoscópico dotado de uma ocular graduada com aumento de quarenta vezes. O número de ínstar foi determinado através da observação direta de cada uma das lagartas e confirmado através da curva de distribuição de frequência desenvolvida por TAYLOR (1930 e 1931) e atualizada por PARRA e HADDAD (1989). A razão de crescimento foi

determinada aritmeticamente a cada ecdise, calculando-se a razão média de crescimento.

Após atingir o estágio de pupa, os insetos foram retirados dos recipientes de alimentação e colocados em placas de Petri forradas com papel filtro umedecido. Essas placas foram mantidas dentro de caixas escuras para simular o ambiente natural, uma vez que as pupas ficam protegidas dentro do casulo de seda e fezes.

Para a sexagem na fase de pupa os insetos foram examinados com um microscópio-estereoscópico sob aumento de quarenta vezes, confirmando-se posteriormente através da observação da cópula entre os adultos emergentes.

Os adultos emergentes foram separados em casais para determinação da longevidade do adulto e número de ovos depositados por fêmea.

Dessa forma, os parâmetros biológicos observados foram: período de incubação dos ovos, viabilidade dos ovos, número de instares larvais, largura da cápsula cefálica, razão de crescimento, duração da fase larval, viabilidade larval, duração da fase pupal, viabilidade pupal, longevidade do adulto e número médio de ovos por fêmea.

Os dados obtidos foram registrados e os valores médios, com os respectivos erros, calculados de acordo com o número (n) de insetos obtidos em cada fase de desenvolvimento, utilizando a estatística descritiva do ANOVA.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os ovos de *A. subrufella* são arredondados e achatados, inicialmente de coloração amarelo-claro leitosa, córion transparente e levemente enrugado. Com o desenvolvimento embrionário, tornam-se amarelo-avermelhados, sendo o período médio de incubação de 3,4 dias, variando de 2 a 5 dias com maior frequência de eclosão larval entre o 3º e 4º dia. A porcentagem de eclosão observada foi de 97 %.

O acompanhamento do desenvolvimento larval dessa espécie permitiu verificar que a duração média desta fase foi de 10,5 dias

com viabilidade larval de 90,9 %. Durante o desenvolvimento larval ocorreram 4 instares, sendo que a largura da cápsula cefálica do primeiro instar variou de 0,2 mm a 0,3 mm, do segundo variou de 0,4 mm a 0,5 mm, do terceiro variou de 0,7 mm a 0,9 mm e do quarto variou de 1 mm a 1,4 mm (Tabela 1).

A mensuração da largura da cápsula cefálica ao longo do período de desenvolvimento pré-imaginal demonstrou que o crescimento de *A. subrufella* ocorreu em progressão geométrica com razão média de 1,65. Verificou-se que a razão de crescimento para cada instar foi variável (Tabela 1). Pode-se afirmar que essa espécie aproxima-se do enunciado de DYAR (1890), que observou em lagartas de lepidópteros, que o tamanho da cápsula cefálica é relativamente fixo durante o instar, crescendo em progressão geométrica com razão constante de 1,4 a cada ecdise (TAYLOR, 1931).

A pupa de *A. subrufella* é de coloração castanha e vai escurecendo conforme a emergência do adulto se aproxima. O período médio da fase pupal para os machos foi de 9,4 dias e para as fêmeas foi de 9,9 dias (Tabela 2) observando-se que a viabilidade pupal foi de 98%.

A longevidade média dos adultos machos foi de 10,3 dias e das fêmeas foi de 9,4 dias, variando de 1 a 17 dias para ambos os sexos (Tabela 2). A razão sexual observada foi de 1:1,1 e a proporção sexual 0,5. O número médio observado de ovos por fêmea foi de 246,5, tendo um mínimo de 52 e um máximo de 452 ovos.

Verificou-se que a duração média do ciclo de ovo até a emergência do adulto foi de 23,8 dias para machos e 24,3 dias para fêmeas, enquanto que a duração média do ciclo de ovo até a morte do adulto foi de 34,1 dias para machos e de 33,7 dias para fêmeas (Tabela 2), considerando que o período médio de incubação dos ovos foi de 3,45 dias e o de lagarta foi de 10,5 dias para ambos os sexos.

Foram constatadas diferenças morfológicas no abdome das pupas, as quais podem ser utilizadas para o reconhecimento dos

sexos nesta fase. As pupas dos machos apresentam duas elevações arredondadas no final da extremidade ventral do abdome, enquan-

to que as pupas das fêmeas não apresentam tais elevações, como é comum verificar para a maioria das pupas de lepidóptera.

Tabela 1. Largura média (\pm EP) da cápsula cefálica com o respectivo intervalo de variação e razão de crescimento para cada um dos instares larvais de *Atheloca subrufella*. (Temp. $25 \pm 2^\circ\text{C}$, UR 70 e fotofase: 12h.) (n=110).

Íntar	Largura média da cápsula cefálica (mm)	Intervalo de variação (mm)	Razão de crescimento
I	$0,26 \pm 0,002$	0,24 a 0,29	$1,6 \pm 0,02$
II	$0,41 \pm 0,003$	0,33 a 0,48	$1,7 \pm 0,01$
III	$0,70 \pm 0,006$	0,52 a 0,86	$1,7 \pm 0,01$
IV	$1,17 \pm 0,015$	0,88 a 1,43	
Razão média de crescimento			1,65

Tabela 2. Duração média (\pm EP) das diferentes fases do ciclo de vida de *Atheloca subrufella*. (Temperatura: $25 \pm 2^\circ\text{C}$, UR 70 % e fotofase: 12 h.).

Fase do ciclo biológico	Duração (dias)		Número de observações (n)	Viabilidade (%)
	Macho	Fêmea		
Incubação				
dos ovos	$3,4 \pm 0,17$	$3,4 \pm 0,17$	500	97
Larva	$10,5 \pm 1,20$	$10,5 \pm 1,20$	110	90,9
Pupa	$9,4 \pm 2,37$	$9,9 \pm 2,22$	100	98
Adulto	$10,3 \pm 4,79$	$9,4 \pm 4,18$	98	--
Ciclo de ovo a emergência do adulto	23,8	24,3	--	--
Ciclo de ovo a morte do adulto	34,1	33,7	--	--

RESUMEN

SARRO F. B., J. M. S. FERREIRA, W. B. CROCOMO, A. M. LABINAS. 2007. Aspectos de la biología de la polilla de las flores y de los frutos nuevos del cocotero, *Atheloca subrufella* (Hulst, 1887) (Lepidoptera: Phycitidae). *Bol. San. Veg. Plagas*, **33**: 351-355.

En el estado larval, *Atheloca subrufella*, se alimenta del mesocarpio, en la región de las brácteas, construyendo galerías en varias direcciones. Su ataque es caracterizado por la presencia de gránulos fecales unidos con hilos de seda que se aglomeran en la abertura de las galerías. El estudio se inicia con larvas recogidas en campo, llevadas al laboratorio y alimentadas con el mesocarpio de coco nuevo hasta la obtención de los adultos. La observación de generaciones sucesivas, obtenidas en el laboratorio, permitió verificar que el desarrollo larval consta de 4 estadios con una razón media de crecimiento de 1,65. El período medio de incubación de los huevos de *A. subrufella* fue de 3,4 días. El período larval medio fue de 10,5 días. El período pupal medio de los machos fue de 9,4 días y el de las hembras de 9,9 días. La longevidad media del macho adulto fue de 10,3 días y la de la hembra de 9,4 días. La razón sexual fue de 1:1,1 y la proporción sexual 0,5. El número medio de huevos por hembra fue de 246,5. El tiempo total de huevo hasta la muerte del adulto fue de 34,1 días para los machos y de 33,7 días para las hembras.

Palabras clave: plagas del cocotero, *Cocos nucifera*, desarrollo larval, razón de crecimiento

ABSTRACT

SARRO F. B., J. M. S. FERREIRA, W. B. CROCOMO, A. M. LABINAS. 2007. Biology of the palm bud moth, *Atheloca subrufella* (Hults, 1887) (Lepidoptera: Phycitidae). *Bol. San. Veg. Plagas*, **33**: 351-355.

Atheloca subrufella is a female flower and young fruit pest of coconut palm trees. It feeds on fruit mesocarp, opening galleries next to the bracts. Its biology was studied at CPATC Embrapa (Aracaju-SE). The mass rearing started from larvae collected in the field. Everyday, 110 larvae were observed and the feeding substrate (coconut mesocarp) changed. The larval development occur in 4 instars with a growth ratio of 1.65. It was obtained 246.5 eggs/female with an incubation period of 3.4 days. The larval period lasted 10.5 days and the pupal 9.4 days for males and 9.9 for females. Adult longevity was 10.3 days for males and 9.4 for females, with a sex ratio of 1:1.1 and sex proportion of 0.5. The cycle from egg to death adult lasted 34.1 days for males and 33.7 days for females. The proposed rearing method was adequate to the biology observations of *A. subrufella* in laboratory.

Key words: coconut pest, *Cocos nucifera*, larval development, growth ratio.

REFERENCES

- BONDAR, G. 1940. (ed.) Insetos nocivos e moléstias do coqueiro (*Cocos nucifera* L.) no Brasil. Salvador. Tipografia Naval, 156p.
- DYAR, H. 1890. The number of moults in lepidopterous larvae. *Psyche, Berlin*, **5**: 420-422.
- FERREIRA, J. M. S., M. F. DE LIMA, D. L. Q. SANTANA, J. I. L. MOURA & L. A. DE SOUZA. 1997. Pragas do coqueiro, p.189-267. In: J.M.S. Ferreira, D.R.N. Warwick & L.A. Siqueira (ed.). A cultura do coqueiro no Brasil, 2ª ed. Aracaju, Embrapa-CPATC, 292p.
- FERREIRA, J. M. S., M. MICHEREFF FILHO, P. M. P. LINS. 2002a. Monitoramento fitossanitário da plantaço de coqueiro, p. 11-36. In: J.M.S. Ferreira & M. Michereff Filho (eds.), Produção integrada de coco: Práticas fitossanitárias. Aracaju, Embrapa-CPATC, 107p.
- FERREIRA, J. M. S., R. P. C. DE ARAUJO, F.B. SARRO. 2002b. Insetos e ácaros, p.10-40. In: J.M.S. Ferreira (ed.), Frutas do Brasil: Coco fitossanidade. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, Aracaju: Embrapa-CPATC, 136p.
- MOURA, J. I. L. & E. F. VILELA. 1998. (eds.) Pragas do coqueiro e dendezeiro. 2ª ed. Viçosa. Aprenda Fácil, 124p.
- PARRA, J.R.P. & M. DEL. HADDAD. 1989. (eds.) Determinação do número de ínstars de insetos. Piracicaba, FEALQ, 49p.
- TAYLOR, R. L. 1930. A simple statistical method for determining the approximate duration of the ínstar of leaf-mining larvae and the others. *J. Econ. Entomol., Baltimore*, **23**: 587-595.
- TAYLOR, R. L. 1931. On "Dyar's rule" and its application to sawfly larvae. *Ann. Entomol. Soc. Amer., Columbus*, **24**: 451-466.

(Recepción: 16 abril 2007)
(Aceptación: 14 junio 2007)

El piojo rojo de California, *Aonidiella aurantii* (Maskell), y sus parasitoides en cítricos de la Comunidad Valenciana

T. PINA, M. J. VERDÚ

El control biológico del piojo rojo de California, *Aonidiella aurantii*, en la Comunidad Valenciana está centrado en el papel de cinco ectoparasitoides pertenecientes al género *Aphytis* (Hymenoptera, Aphelinidae): *A. chrysomphali*, *A. melinus*, *A. lingnanensis*, *A. hispanicus* y *Aphytis* sp. grupo *lingnanensis*, y un endoparasitoide, *Encarsia perniciosi* (Hym., Aphelinidae). En este trabajo se indican las características biológicas y morfológicas más relevantes que permiten hacer una rápida identificación de cada una de estas especies.

T. PINA, M. J. VERDÚ. Departamento de Protección Vegetal y Biotecnología; Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias, Ctra. Moncada a Náquera km. 4.5: 46113-Moncada (España).

Palabras clave: *Aphytis*, *Encarsia*, *Comperiella*, control biológico, identificación.

INTRODUCCIÓN

El piojo rojo de California, *Aonidiella aurantii* (Maskell) (Hemiptera, Diaspididae) es una plaga de difícil control en todos los países en los que se ha descrito su presencia (BEDFORD, 1998). La complejidad de su ciclo biológico y la existencia de un escudo protector prácticamente a lo largo de todo su desarrollo, que constituye una barrera eficaz frente a los productos tóxicos de contacto (Figura 1), dificultan su control y permiten una rápida dispersión de la plaga.

Actualmente, el control de *A. aurantii* se centra en tratamientos químicos con organofosforados, reguladores de crecimiento y aceites minerales, aunque el efecto que se consigue no es del todo satisfactorio. Estos productos actúan principalmente sobre los estadios inmaduros (larvas móviles, primer y segundo estadio larvario), reduciendo su efectividad a medida que la cochinilla va madurando, siendo prácticamente inocuos

cuando la hembra alcanza el estadio de hembra grávida o de hembra reproductora con larvas (Figura 1).

El control biológico por parasitoides del piojo rojo de California en la Comunidad Valenciana se establece en la acción reguladora de cinco especies de ectoparasitoides y, hasta la fecha, de un endoparasitoide (PINA, 2006). Los ectoparasitoides pertenecen al género *Aphytis* (Hym., Aphelinidae) y son *A. chrysomphali* (Mercet), *A. melinus* DeBach, *A. lingnanensis* Compere, *A. hispanicus* (Mercet) y *Aphytis* sp. grupo *lingnanensis*. El endoparasitoide presente es *Encarsia perniciosi* Tower (Hym., Aphelinidae), si bien se están realizando numerosos esfuerzos para lograr el establecimiento del también endoparasitoide *Comperiella bifasciata* Howard (Hym., Encyrtidae).

El presente estudio tiene como objetivo reseñar las principales características biológicas y morfológicas de cada especie de parasitoide, para facilitar una rápida identi-

cación. Y todo ello con la finalidad de que los técnicos responsables de los programas de control integrado en cítricos conozcan las especies existentes y su papel en el control de la plaga.

MATERIAL Y MÉTODOS

Los datos que se presentan proceden de distintos muestreos realizados en diversas localidades de la Comunidad Valenciana durante el periodo comprendido entre los años 1999 y 2006, y cuyos resultados se recogen en su totalidad en la tesis doctoral del primero de los autores (PINA, 2006).

Para identificar los parasitoides, el escudo de cada cochinilla se levantaba con la ayuda de un alfiler entomológico bajo lupa binocular.

Ectoparasitoides

La identificación de los ectoparasitoides se puede realizar mediante la pupa, el adulto, y el resto membranoso que deja el adulto al emerger (exuvia). No obstante, sólo el adulto permite la confirmación de la identificación del parasitoides, pudiéndose utilizar la información que ofrece la pupa y la exuvia como dato de apoyo, pero únicamente en aquellos casos en los que se conozca, a través de la identificación de los adultos, qué parasitoides se encuentran en la parcela.

Para proceder a la identificación de los ectoparasitoides con la pupa es necesario que los ojos de la misma presenten una coloración granate o verde. En ese momento se considera que la pupa está madura, y que por tanto ha alcanzado la máxima pigmentación corporal posible.



Figura 1. Ciclo biológico del piojo rojo de California, *A. aurantii*.

Para identificar al parasitoide con la exuvia, hay que ser mucho más precavido. Sólo se consideraran aquellas exuvias en las que se pueda distinguir el fragmento que pertenece a la cabeza, al tórax y al abdomen.

En cuanto al adulto, los caracteres morfológicos que se presentan en este trabajo proceden del libro de ROSEN y DEBACH (1979) "Species of *Aphytis* of the World" a excepción de la especie *Aphytis* sp. grupo *lingnanensis*, que está en fase de descripción. Para identificar a los adultos es necesario digerirlos previamente en una mezcla realizada con ácido acético glacial (7 gotas) y con cloral-fenol (5 gotas). Posteriormente se procede a su montaje en un portaobjetos en un medio semipermanente como el de Hoyer (ROSEN y DEBACH, 1979). No obstante, también es posible utilizar otros medios más permanentes en el tiempo como el bálsamo de Canadá, si bien estos medios requieren una mayor preparación previa (NOYES, 1982). Las preparaciones se deben observar en un microscopio óptico.

En cualquier caso, la presencia de excrementos (meconios) de color marrón oscuro o claro en forma de barrilete o de elipse sueltos debajo del escudo será un indicativo de que la cochinilla ha sido parasitada por un parasitoide del género *Aphytis*. En algunas ocasiones, también se puede observar un orificio circular en el escudo practicado por el parasitoide al emerger. No obstante, este orificio no siempre se verá ya que el adulto es capaz de elevar el escudo y salir de él sin necesidad de perforarlo.

La identificación morfológica de las especies de *Aphytis* mediante los huevos o las larvas es hasta la fecha imposible. Por ello, todos los ejemplares obtenidos en el muestreo en estos estadios se dejaron evolucionar en el interior de cápsulas de gelatina o viales de cristal hasta que alcanzaron la fase de pupa o adulto.

Endoparasitoides

A diferencia de los ectoparasitoides pertenecientes al género *Aphytis*, el desarrollo de todo el ciclo biológico de los endoparasitoides

tiene lugar en el interior del cuerpo de la cochinilla, por lo que nunca se verá ningún estadio de desarrollo del parasitoide de forma libre, ni la exuvia, ni los distintivos meconios del *Aphytis*. Sólo cuando el parasitoide alcanza la fase de pupa es posible ver por transparencia la forma aproximada del futuro cuerpo del adulto. El único indicativo de que ha sido parasitada será el orificio de emergencia, más o menos redondeado, en la parte superior del escudo, y la presencia de unas manchas pardas en el interior del cuerpo de la cochinilla, que se corresponden con los excrementos de la larva.

Para la preparación de los adultos de *Encarsia* se siguió el mismo protocolo utilizado para los adultos de *Aphytis* (ROSEN y DEBACH, 1979) y se utilizaron las claves de identificación propuestas por FERRIÈRE (1965) y VIGGIANI (1987).

Los adultos de *Comperiella*, de mayor tamaño, se identificaron en preparaciones en seco sobre cartulina (NOYES, 1982) siguiendo las claves de identificación de PRINSLOO (1996) y BATTAGLIA (1989).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Ectoparasitoides

Aphytis chrysomphali: Este afelínido es la especie predominante sobre el piojo rojo de California en cítricos de la Comunidad Valenciana. Su mayor abundancia se concentra en los meses otoñales, donde puede alcanzar porcentajes de parasitismo elevados (30-40%). Parasita mayoritariamente el segundo estadio larvario macho y la prepupa, seguido del segundo estadio larvario hembra, y por último el estadio de hembra joven de las cochinillas (Figura 1). Su porcentaje de sexos está desviado hacia la producción de hembras (0,4% machos/total).

Aphytis chrysomphali parasita principalmente las cochinillas situadas en el fruto, seguido de las cochinillas que aparecen en hoja, y, por último, las cochinillas que se encuentran en la rama.

Las características morfológicas más llamativas que facilitan su identificación son:



Figura 2. Vista ventral de la pupa de *A. chrysomphali* con la característica línea negra en el mesosternum.

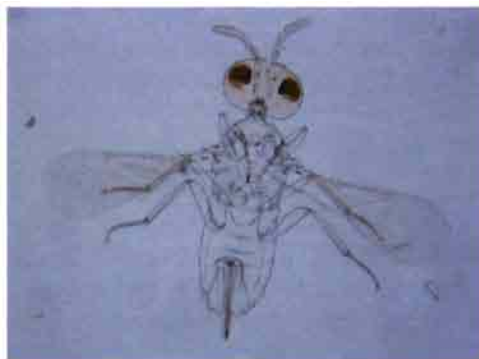


Figura 3. Preparación microscópica del adulto de *A. chrysomphali* en el que se puede observar claramente la línea negra en el mesosternum.



Figura 4. Exuvia y meconios de *A. chrysomphali*. La flecha indica la posición de la exuvia.

Pupa madura totalmente amarilla a excepción de una pequeña línea negra longitudinal en el mesosternum (Figura 2).

Adulto de color amarillo sin ningún tipo de pigmentación evidente y con la misma línea negra en el mesosternum identificada en la pupa (Figura 3). Crénula pequeña, redondeada y no solapada.

Exuvia de color amarillo transparente, sin ningún tipo de pigmentación (Figura 4).

***Aphytis melinus*:** Segunda especie de afe-
línido predominante en la Comunidad Valen-
ciana. Al igual que *A. chrysomphali*, se detec-
ta principalmente en otoño, si bien presenta

un segundo pico de abundancia, menos importante, durante el periodo estival. Parasi-
ta preferentemente el estadio de hembra joven
seguido del segundo estadio larvario macho y
la prepupa y del segundo estadio larvario
hembra de la cochinilla (Figura 1). En nues-
tros cultivos, esta especie muestra un porcen-
taje de sexos ligeramente desviado hacia la
producción de machos (55,5% machos/total)
y relacionado con el estadio del hospedador:
destina el mayor número de huevos machos a
las cochinillas de menor tamaño (segundo
estadio larvario hembra y macho y prepupa) y
los huevos hembras a las cochinillas de
mayor tamaño (hembras jóvenes). *Aphytis
melinus* aparece en mayor medida en las
cochinillas sobre fruto distribuyéndose por
igual entre los otros dos sustratos.

Las características morfológicas más lla-
mativas que facilitan su identificación son:

Pupa madura de color amarillo a excep-
ción de los esternitos medios torácicos de la
zona ventral que están pigmentados de color
negro o marrón oscuro (Figura 5). Por con-
tra, toda la zona dorsal de la pupa es de color
amarillo.

Adulto de color amarillo sin ningún tipo
de pigmentación evidente (Figura 6) y con
la crénula grande, alargada y fuertemente
solapada.

Exuvia de color amarillo transparente, a
excepción de la pigmentación negruzca obser-

vada en los esternitos torácicos en la pupa y que se mantiene en la exuvia (Figura 7).

***Aphytis lingnanensis*:** Esta especie, a pesar de las sueltas realizadas en distintos puntos de la Comunidad Valenciana, sólo se ha detectado en Castellón (2005) y se desconoce si se ha llegado a dispersar (PINA y VERDÚ, 2007). Las referencias bibliográficas indican que *A. lingnanensis* prefiere, al igual que *A. melinus*, el estadio de hembra joven de la cochinilla para la puesta de los huevos hembra y los segundos estadios larvarios para la puesta de los huevos macho (LUCK *et al.*, 1982; LUCK y PODOLER, 1985) (Figura 1). El porcentaje de sexos descrito en campo es 1:1 (macho:hembra) (Rosen y DeBach, 1979).

Las características morfológicas más llamativas que facilitan su identificación son:

Pupa madura de color amarillo a excepción de los esternitos medios torácicos y de la región media ventral del abdomen que están pigmentados de color negro o marrón oscuro (Figura 8). Al igual que en *A. melinus*, toda la zona dorsal de la pupa es de color amarillo.

Adulto de color amarillo con los esternitos torácicos ligeramente oscurecidos y con la línea longitudinal de la furca (Y) del mesosternum de color negro (Figura 9). Margen posterior del escutelo ensombrecido y abdomen sin ningún tipo de pigmentación. Crénula grande, alargada y fuertemente solapada.

Exuvia de color amarillo transparente, a excepción de la pigmentación negruzca observada en los esternitos torácicos y abdominales de la pupa y que se mantiene en la exuvia (Figura 10).

***Aphytis hispanicus*:** Se trata de un parasitoide común en la zona de estudio sobre *Parlatoria pergandii* Comstock (Hem., Diaspididae) (LIMÓN *et al.*, 1976; TRONCHO *et al.*, 1992; RODRIGO *et al.*, 1996). En este trabajo se cita por primera vez sobre *A. aurantii* en España, si bien su presencia es meramente anecdótica. Previamente se había descrito sobre este



Figura 5. Vista ventral de la pupa de *A. melinus* con los esternitos torácicos pigmentados.



Figura 6. Preparación microscópica del adulto de *A. melinus*.



Figura 7. Exuvia y meconios de *A. melinus*

mismo hospedador en Marruecos (ROSEN y DEBACH, 1979). *Aphytis hispanicus* se ha encontrado en otoño, a principios del invierno y en primavera. Al igual que *A. chrysomphali*, en nuestra región de estudio y sobre *A. aurantii*, parasita cochinillas macho seguido de hembras jóvenes, y presenta un porcentaje de sexos formado exclusivamente por hembras.

Las características más llamativas que facilitan su identificación son:

Pupa madura con zonas oscurecidas en la cabeza, el tórax, las futuras patas y los esbozos alares (Figura 11).



Figura 8. Vista ventral de la pupa de *A. lingnanensis* con los esternitos torácicos y abdominales pigmentados.

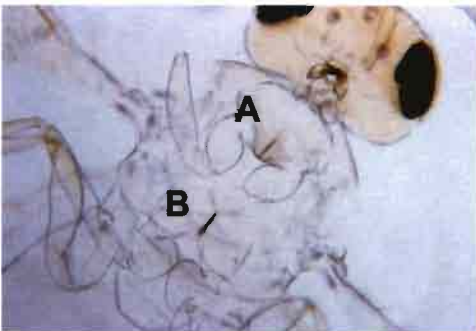


Figura 9. Preparación microscópica del adulto de *A. lingnanensis*. Detalle del tórax del adulto con el esternito torácico ligeramente oscurecido (A) y la línea longitudinal de la furca (Y) del mesosternum de color negro (B).

Adulto de color amarillo con un patrón de pigmentación característico en la cabeza, en el tórax y en el abdomen que permite diferenciarlo claramente de las especies anteriores (Figura 12). Crénula pigmentada, alargada, estrecha y no solapada.

Exuvia de color amarillo transparente.

***Aphytis* sp. grupo *lingnanensis*:** Este afelínido es la especie más interesante de este estudio, ya que de confirmarse su identificación podría tratarse de una nueva especie de *Aphytis* que parasita al piojo rojo de California. Cuando fue detectada por primera vez se encontraba en un porcentaje muy reducido, pero actualmente se está recolectando con mayor abundancia en los distintos muestreos realizados por la Unidad de Entomología del Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA), y en puntos de la Comunidad Valenciana muy distantes, lo que sugiere que se trata de un enemigo natural de *A. aurantii* en expansión. Sin duda, esta posible nueva especie es un taxón de gran trascendencia para el futuro del control biológico del piojo rojo de California. En estos momentos está siendo objeto de distintos estudios morfológicos, biológicos y moleculares en el IVIA, que permitirán próximamente asegurar la validez de este nuevo taxón.



Figura 10. Exuvia y meconios de *A. lingnanensis*.



Figura 11. Vista ventral de la pupa de *A. hispanicus* sobre *P. pergandii*.



Figura 12. Preparación microscópica del adulto de *A. hispanicus*.

Aphytis sp. grupo *lingnanensis* se ha detectado a finales de verano, en otoño y principios de invierno. Los adultos examinados no presentan una preferencia determinada por un estadio en concreto de la cochinilla, distribuyéndose por igual entre hembra joven, segundo estadio larvario macho y hembra y el estadio de prepupa (Figura 1). *Aphytis* sp. grupo *lingnanensis* exhibe un porcentaje de sexos desviado ligeramente hacia las hembras (45,5% machos/total) y relacionado con el estadio del hospedador: la hembra destina la descendencia femenina a los hospedadores de mayor tamaño y la masculina a los de menor tamaño.

Esta especie, a la espera de una próxima descripción morfológica más detallada, presenta como características más relevantes:

Pupa con la cabeza, el tórax, las futuras patas y los esbozos alares fuertemente pigmentados, incluso antes de alcanzar la coloración de ojos granate o verde (Figura 13). El abdomen puede aparecer pigmentado en algunas ocasiones (Figura 14). De todas las especies presentes en la Comunidad Valenciana sobre *A. aurantii*, este taxón es el único que presenta la pupa con la cabeza oscurecida.

Adulto de color amarillo sin ningún tipo de pigmentación evidente y con la crénula grande, redondeada y ligeramente solapada, características, entre otras, que permiten incluirlo en el grupo *lingnanensis* (Figura 15).

Exuvia pigmentada en su totalidad (Figura 16).

Endoparasitoides

Encarsia perniciosi: Este afelínido endoparasitoide fue introducido por primera vez en la Comunidad Valenciana en julio de 2001 (PINA y VERDÚ, 2001). Los adultos liberados procedían de la cría sobre *A. aurantii* en el laboratorio de la Unidad de Entomología del IVIA. Dicha cría se había iniciado con ejemplares originarios de la Universidad de California (Riverside). Los resultados de esa suelta fueron infructuosos (PINA y VERDÚ, 2001). Sin embargo, y gracias a la transferencia de la cría y colaboración del Servicio de Sanidad Vegetal (SSV) de Almazora (Castellón), se puede constatar al menos su presencia en Castellón. Asimismo, recientemente, se ha localizado a este endoparasitoide en Alicante (García-Marí, comunicación personal).

Encarsia perniciosi prefiere parasitar el primer estadio larvario de la cochinilla, el segundo estadio larvario de la hembra y las fases de muda, pero también puede parasitar hembras jóvenes y hembras grávidas. El estadio menos utilizado sería la prepupa macho (FORSTER *et al.*, 1995) (Figura 1). Su porcentaje de sexos está totalmente desviado hacia la producción de hembras.

Esta especie parasita preferentemente las cochinillas que se encuentran en ramas

y hojas (YU *et al.*, 1990; ASPLANATO y GARCÍA-MARÍ, 2002), a diferencia de las otras especies de parasitoides de *A. aurantii* (*C. bifasciata* y *Aphytis* spp.) que se decantan por las cochinillas presentes en los frutos y en las hojas (CARROLL y LUCK, 1984; MURDOCH *et al.*, 1989; YU *et al.*, 1990).

Encarsia perniciosi no está bien adaptada a las temperaturas elevadas de verano; prefiere las temperaturas más moderadas de la costa (DEBACH, 1969), llegando a estar activa a temperaturas inferiores a 12,8 °C (FLANDERS, 1971).

Las características que permiten su identificación residen exclusivamente en el adulto y se basan principalmente en la morfología de los dos primeros segmentos de las antenas y en la coloración del abdomen (FERRIÈRE, 1965; VIGGIANI, 1987). No obstante, en la región de estudio, la singularidad biológica que permite la inclusión indiscutible del adulto en la especie *E. perniciosi* es que proceda de *A. aurantii*, dado que es la única especie de este género que parasita a esta cochinilla (Figura 17).

La pupa de *E. perniciosi* es visible a través del escudo y del cuerpo de la cochinilla



Figura 13. Vista ventral de la pupa inmadura de *Aphytis* sp. grupo *lingnanensis*.



Figura 14. Vista ventral de la pupa madura de *Aphytis* sp. grupo *lingnanensis* con el abdomen oscurecido.

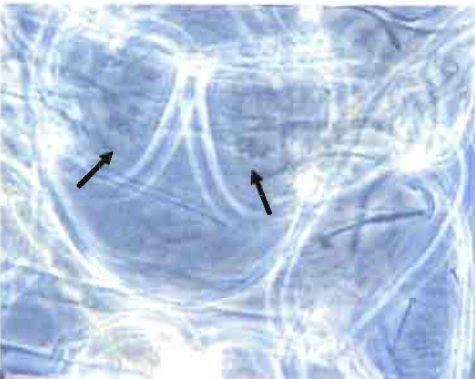


Figura 15. Detalle del tórax del adulto de *Aphytis* sp. grupo *lingnanensis*. Las flechas indican la posición de la crénula.



Figura 16. Exuvia y meconios de *Aphytis* sp. grupo *lingnanensis*.



Figura 17. Preparación microscópica del adulto de *E. perniciosi*



Figura 18. Vista dorsal del cuerpo de *A. aurantii* en cuyo interior se encuentra la pupa de *E. perniciosi*.



Figura 19. Orificio de emergencia de *E. perniciosi*.

(Figura 18) y el adulto siempre emerge a través de un orificio practicado en el cuerpo y en el escudo (Figura 19).

***Comperiella bifasciata*:** La raza de *C. bifasciata* que ataca al piojo rojo de California fue introducida por primera vez en la Comunidad Valenciana en junio de 2000 (PINA y VERDÚ, 2001). Los ejemplares liberados, al igual que *E. perniciosi*, procedían de su cría en el IVIA, y su lugar de origen era el insectario de la Universidad de California (Riverside). Los resultados de esa suelta, aunque en un inicio parecieron satisfactorios al detectarse algunas cochinillas parasitadas, fueron finalmente infructuosos (PINA y VERDÚ, 2001). Posteriormente, y siempre en colaboración con el insectario del SSV de Almazora, se han realizado nuevas sueltas en la zona de Castellón. Sin embargo, a fecha de hoy, se puede indicar que este parasitoides no se ha establecido en nuestros cultivos, dado que no se ha localizado en ninguno de los muestreos posteriores a su suelta.

Comperiella bifasciata es un encártido arrenotoco, que se caracteriza por parasitar preferentemente el estadio de hembra joven, de hembra grávida y la segunda muda de la hembra. También puede utilizar, aunque en menor medida, el primer estadio larvario, la primera muda y el segundo estadio larvario temprano de la hembra. Los estadios menos preferidos para la puesta son todos los asociados con el macho de la cochinilla (ATKINSON, 1983; FORSTER *et al.*, 1995; FORSTER y LUCK, 1996) (Figura 1).

Comperiella bifasciata sobrevive mejor que *A. melinus* durante los periodos de extremo calor y frío, reduciendo la población de la cochinilla durante el invierno y mediados de verano, cuando *A. melinus* es menos efectivo (FORSTER y LUCK, 1996).

Las características que permiten su identificación residen exclusivamente en el adulto. La hembra adulta de *C. bifasciata* se diferencia de su especie próxima *C. lemniscata* Compere y Annecke en la presencia de una banda media longitudinal de color ocre en el tórax, siendo el resto del mismo de color



Figura 20. Hembra adulta de *C. bifasciata*.

verde oscuro metalizado (Figura 20), mientras que en *C. lemniscata* la banda es de color azul verdoso. No obstante, la particularidad biológica que permite diferenciar incuestionablemente ambas especies es el hospedador: sólo *C. bifasciata* es capaz de reproducirse sobre *A. aurantii* (PINA y VERDÚ, 2000; PINA *et al.*, 2001). El macho, a diferencia de la hembra, no presenta ningún brillo metálico y la antena es de tipo filiforme.

La pupa hembra de *C. bifasciata* se diferencia claramente de la de *E. perniciosi* por la típica forma ensanchada de las antenas y el cuerpo más ennegrecido (Figura 21). El adulto, al igual que en *E. perniciosi*, siempre emer-



Figura 21. Vista dorsal del escudo de *A. aurantii* en el que se puede observar por transparencia la pupa hembra de *C. bifasciata*.

ge a través de un orificio practicado en el cuerpo y en el escudo de la cochinilla (Figura 22).

Este parasitoides ha sido incorporado junto a *A. chrysomphali*, *A. melinus* y *A. lingnansensis* como agente biológico regulador del piojo rojo de California en la última modificación del BOE (2004). En una próxima modificación debiera contemplarse la inclusión de *E. perniciosi*.

Con este artículo hemos pretendido facilitar la identificación de los parasitoides presentes sobre *A. aurantii*, en aras a evitar identificaciones erróneas y agilizar el trabajo de los distintos grupos de investigación que siguen la evolución de la plaga del piojo rojo de California. No obstante se debe indicar que la taxonomía de los adultos del género *Aphytis* es muy compleja (HAYAT, 1998), por lo que cualquier dato referente a su hospedador y pigmentación de la pupa son claves a la hora de su identificación. Ello implica que si bien el estudio de las muestras de campo centrado en la disección de la cochinilla es más laborioso, proporciona datos más fiables que no deben ser ignorados. La identificación de los adultos procedentes de una trampa amarilla pegajosa pueden inducir a error dado que a menudo aparecen otros adultos de *Aphytis* no procedentes de *A. aurantii* y que, sin embargo, presentan características morfológicas similares a alguno de los adultos descritos en este trabajo.



Figura 22. Orificio de emergencia de *C. bifasciata*.

AGRADECIMIENTOS

Los autores quisieran agradecer al Servicio de Sanidad Vegetal de Almazora su colaboración en las sueltas de los endoparasitoides, al Dr. Jung-Wook Kim (Universidad de California, Riverside) por la identificación de los

adultos de *A. hispanicus*, y a Beatriz Martínez que colaboró en muchos de los muestreos de campo. Este trabajo ha formado parte del Proyecto 95-058 denominado "Control biológico de insectos en cítricos", financiado por el Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (I.N.I.A.).

ABSTRACT

PINA T., M. J. VERDÚ. 2007. California red scale, *Aonidiella aurantii* (Maskell), and its parasitoids in citrus crops of the Valencian region (East of Spain). *Bol. San. Veg. Plagas*, **33**: 357-368.

Biological control of California red scale, *Aonidiella aurantii*, in Valencian region (East of Spain) is focused in five ectoparasitoides: *Aphytis chrysomphali*, *A. melinus*, *A. lingnanensis*, *A. hispanicus* and *Aphytis* sp. *lingnanensis* group; and one endoparasitoid, *Encarsia perniciosi*. This study emphasizes the most relevant biological and morphological characteristics that facilitate the identification of each of these species.

Key words: *Aphytis*, *Encarsia*, *Comperiella*, biological control, identification.

REFERENCIAS

- ASPLANATO, G., GARCÍA-MARÍ, F. 2002. Parasitismo de la cochinilla roja californiana *Aonidiella aurantii* (Homoptera: Diaspididae) en la zona citrícola sur de Uruguay. *Bol. San. Veg. Plagas*, **28**: 5-20.
- ATKINSON, P. R. 1983. Environmental factors associated with fluctuations in the numbers of natural enemies of a population of citrus red scale, *Aonidiella aurantii* (Maskell) (Hemiptera: Diaspididae). *Bull. Ent. Research*, **73**(3): 417-426.
- BATTAGLIA, D. 1989. A note on the male of *Comperiella lemniscata* Compere & Annecke (Hymenoptera, Encyrtidae). *Boll. Lab. Ent. agr. Filippo Silvestri*, **45**: 77-80.
- BEDFORD, E. C. G. 1998. Red scale, *Aonidiella aurantii* (Maskell). In: *Citrus pest in the Republic of South Africa*. Bedford, E. C. G., Van den Berg, M. A., De Villiers, E. A. ed., pp. 132-144. Institute for Tropical and Subtropical Crops, Nelspruit.
- BOE, 2004. Norma técnica específica de la identificación de garantía nacional de producción integrada de cítricos. Orden APA/1657/2004. BOE nº 137 del lunes 7 de junio de 2004: 20684-20747.
- CARROLL, D. P., LUCK, R. F. 1984. Within-tree distribution of California red scale, *Aonidiella aurantii* (Maskell) (Homoptera: Diaspididae), and its parasitoid *Comperiella bifasciata* Howard (Hymenoptera: Encyrtidae) on orange trees in San Joaquin Valley. *Environ. Entomol.*, **13**(1): 179-183.
- DEBACH, P. 1969. Biological control of diaspine scale insects on citrus in California. First International Citrus Symposium, Vol. 2. pp. 801-815. University of California, Riverside.
- FERRIERE, Ch. 1965. *Faune de l'Europe et du Bassin Méditerranéen 1. Hymenoptera Aphelinidae d'Europe et du Bassin Méditerranéen*. Masson et Cie. Editeurs. Paris. 207 pp.
- FLANDERS, S. E. 1971. Multiple parasitism of armored coccids (Homoptera) by host-regulative aphelinids (Hymenoptera); ectoparasites versus endoparasites. *The Canadian Entomologist*, **103**: 857-872.
- FORSTER, L. D., LUCK, R. F., GRAFTON-CARDWELL, E. E. 1995. Life stages of California red scale and its parasitoids. University of California. Division of Agriculture and Natural Resources. Publication nº 21529: 12 pp.
- FORSTER, L. D., LUCK, R. F. 1996. The role of natural enemies of California red scale in an IPM program in California citrus. *Proc. Int. Soc. Citriculture*, pp. 504-507.
- HAYAT, M. 1998. *Aphelinidae of India (Hymenoptera: Chalcidoidea): a taxonomic revision*. Mem. Entomol., Inter. **13**: 416 pp.
- LIMÓN, F., MELIÁ, A., BLASCO, J., MONER, P. 1976. Estudio de la distribución, nivel de ataque y parásitos de las cochinillas diaspinas *Chrysomphalus dictyospermi* Morgan y *Parlatoria pergandii* Comst. en cítricos de la provincia de Castellón. *Bol. Serv. Plagas*, **2**: 73-87.
- LUCK, R. F., PODOLER, H., KFIR, R. 1982. Host selection and egg allocation behavior by *Aphytis melinus* and *A. lingnanensis*: Comparison of two facultatively gregarious parasitoids. *Ecological Entomology*, **7**: 397-408.
- LUCK, R. F., PODOLER, H. 1985. Competitive exclusion

- of *Aphytis lingnanensis* by *A. melinus*: potential role of host size. *Ecology*, **66**(3): 904-913.
- MURDOCH, W. W., LUCK, R. F., WALDE, S. J., REEVE, J. D., YU, D. S. 1989. A refuge for red scale under control by *Aphytis*: Structural aspects. *Ecology*, **70**(6): 1707-1714.
- NOYES, J. 1982. Collecting and preserving chalcid wasps. *Journal of Natural History*, **16**: 315-334.
- PINA, T., VERDÚ, M. J. 2000. *Comperiella lemniscata* Compere & Annecke, 1961 (Hym., Encyrtidae) nueva cita para la fauna ibérica. *Boln. Asoc. esp. Ent.*, **24**(1-2): 265-266.
- PINA, T., VERDÚ, M. J. 2001. Introducción de dos nuevos enemigos naturales del piojo rojo de California, *Aonidiella aurantii* (Maskell). *Levante Agrícola*, **4**^o trimestre: 400-404.
- PINA, T., MARTÍNEZ, B., VERDÚ, M. J. 2001. Presencia en la Península Ibérica de *Comperiella lemniscata* (Hym.: Encyrtidae) sobre el piojo rojo de los cítricos, *Chrysomphalus dictyospermi* (Hemiptera: Diaspididae). *Bol. San. Veg. Plagas*, **27**: 29-34.
- PINA, T. 2006. Control biológico del piojo rojo de California, *Aonidiella aurantii* (Maskell) (Hemiptera: Diaspididae) y estrategias reproductivas de su principal enemigo natural *Aphytis chrysomphali* (Mercet) (Hymenoptera: Aphelinidae). Tesis doctoral, Universitat de València. Facultat de Ciències Biològiques. Valencia. 384 pp.
- PINA, T., VERDÚ, M. J. 2007. Establecimiento y dispersión de *Aphytis melinus* y *A. lingnanensis* (Hym.: Aphelinidae), dos parasitoides introducidos para el control de *Chrysomphalus dictyospermi* Morgan y *Aonidiella aurantii* (Maskell) (Hem.: Diaspididae) en cítricos de la Comunidad Valenciana. *Bol. San. Veg. Plagas*, **33**: 311-320.
- PRINSLOO, G. L. 1996. The genus *Comperiella* Howard (Hymenoptera: Encyrtidae) in southern Africa: parasitoids of armoured scale insects (Homoptera: Diaspididae). *African Entomology*, **4**(2): 163-160.
- RODRIGO, E., TRONCHO, P., GARCÍA-MARÍ, F. 1996. Parasitoids (Hym.: Aphelinidae) of three scale insects (Hom.: Diaspididae) in a citrus grove in Valencia, Spain. *Entomophaga*, **41**(1): 77-94.
- ROSEN, D., DEBACH, P. 1979. *Species of Aphytis of the world* (Hymenoptera: Aphelinidae). Ed. Israel Universities Press, Jerusalem y W. Junk, The Hague. 801 pp.
- TRONCHO, P., RODRIGO, E., y GARCÍA-MARÍ, F. 1992. Observaciones sobre el parasitismo en los diaspinos *Aonidiella aurantii* (Maskell), *Lepidosaphes beckii* (Newman) y *Parlatoria pergandei* (Comstock) en una parcela de naranjo. *Bol. San. Veg. Plagas*, **18**: 11-30.
- VIGGIANI, G. 1987. Le specie italiane del genere *Encarsia* Foerster (Hymenoptera: Aphelinidae). *Boll. Lab. Ent. agr. Filippo Silvestri*, **44**: 121-179.
- YU, D. S., LUCK, R. F., MURDOCH, W. W. 1990. Competition, resource partitioning and coexistence of an endoparasitoid *Encarsia perniciosi* and an ectoparasitoid *Aphytis melinus* of the California red scale. *Ecological Entomology*, **15**: 469-480.

(Recepción: 24 mayo 2007)

(Aceptación: 24 julio 2007)

Resistência de genótipos de feijoeiro *Phaseolus vulgaris* (L.) a *Zabrotes subfasciatus* (Boh., 1833) (Coleoptera: Bruchidae)

E. L. L. BALDIN, R. S. R. FRANCO, D. R. SOUZA

O presente trabalho teve por objetivo avaliar a possível resistência de seis genótipos de feijoeiro *Phaseolus vulgaris* L. contra o caruncho *Zabrotes subfasciatus* (Boheman, 1833) (Coleoptera: Bruchidae) em laboratório ($T= 25\pm 2$, $UR= 70\pm 10\%$ e fotoperíodo de 12h). Os ensaios foram realizados com frascos contendo 10g de grãos dos genótipos Ônix, IAC-Pérola, Arc.1, Arc.2, Arc.3, e Arc.4, os quais foram infestados por uma semana com sete casais do caruncho. Vinte dias após a infestação, os grãos foram avaliados, contando-se o número de ovos viáveis e inviáveis do inseto. Com vinte e sete dias da infestação, os grãos passaram a ser observados diariamente, avaliando-se o número de adultos emergidos, a viabilidade larval, o período de desenvolvimento (ovo-adulto) e o peso de grãos consumidos. Os ensaios foram instalados em delineamento inteiramente casualizado, efetuando-se 8 repetições. Os resultados revelaram que os genótipos Arc.3, Arc.1, Ônix e Arc.4 expressam resistência do tipo não-preferência para oviposição contra *Z. subfasciatus*. Arc.1, Arc.2, Arc.3 e Arc.4 expressam não-preferência para alimentação e/ou antibiose contra o inseto. Os genótipos Pérola e Ônix são suscetíveis ao ataque do caruncho, exigindo cautela durante o armazenamento de seus grãos.

E. L. L. BALDIN, FCA/UNESP de Botucatu - Departamento de Produção Vegetal / Defesa Fitossanitária, Caixa Postal 237, CEP: 18610-307, Botucatu, SP, Brasil. e-mail: elbaldin@fca.unesp.br

R. S. R. FRANCO, D. R. SOUZA, FCA/UNICASTELO de Fernandópolis – Laboratório de Entomologia, Caixa Postal 221, CEP: 15.600-000 Fernandópolis, SP, Brasil.

Palavras-chave: Resistência a insetos, grãos de feijão, caruncho, antixenose, antibiose.

INTRODUÇÃO

O Brasil destaca-se entre como um dos maiores produtores e consumidores de grãos de feijoeiro comum, *Phaseolus vulgaris* L... e como tal sofre muitas perdas no período de pós-colheita nos armazéns. Uma das causas dos prejuízos no armazenamento é relacionada ao ataque de bruquídeos, dentre os quais destaca-se o caruncho *Zabrotes subfasciatus* (Boheman, 1833), que por ser um inseto de clima tropical adequa-se muito bem à nossa região. O inseto apresenta elevado potencial biótico, sendo capaz de desenvolver numero-

sas gerações em um curto período de tempo, podendo infestar e danificar grandes quantidades de grãos armazenados (LIMA *et al.*, 1983).

Ao atacar os grãos as larvas do caruncho podem destruir o embrião, afetando diretamente a germinação, quando destinados ao plantio. Além disso, provocam significativa desvalorização comercial, perda de peso e redução no valor nutricional dos grãos (FERREIRA, 1960; VIEIRA, 1967; GALLO *et al.*, 1988).

O controle desta praga é possível com o emprego de inseticidas, porém, tal prática é limitada devido a seus efeitos residuais, tor-

nando-se indesejáveis quando próximo do consumo (REGO *et al.*, 1986).

Segundo LIMA *et al.* (1983), além dos efeitos residuais deixados, existem outras desvantagens no uso de inseticidas, como riscos de intoxicações no momento da aplicação, desenvolvimento de resistência por parte dos insetos, custo elevado, além da exigência de pessoal habilitado para trabalhar com este tipo de produto.

Em decorrência dos resíduos encontrados nos grãos com o uso de produtos químicos, e do esforço contínuo de ambientalistas para o desenvolvimento de práticas que minimizem efeitos adversos sobre o meio ambiente, tem-se buscado métodos alternativos para o controle de caruncho. Dentre esses métodos, inclui-se o uso de genótipos resistentes, que sem exigir conhecimentos prévios do agricultor e nem onerar a produção, podem ser utilizados no controle do inseto. Nesse sentido, desenvolveu-se o presente trabalho de pesquisa, visando identificar possíveis mecanismos de resistência em seis genótipos de feijoeiro frente ao ataque de *Z. subfasciatus*, sob condições de laboratório.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Entomologia da Universidade Camilo Castelo Branco - UNICASTELO, Campus de Fernandópolis, SP, durante o ano de 2006. Os genótipos, Arc1, Arc.2, Arc.3, Arc.4 (linhagens quase isogênicas, portadoras da proteína arcelina dos tipos 1, 2, 3 e 4) e Ônix foram fornecidos pelo Dr. Massaru Yokoyama da Embrapa - Arroz e Feijão, enquanto que o genótipo Pérola foi adquirido junto à CATI de Ribeirão Preto, SP. Antes da instalação dos testes, os grãos de todos os genótipos foram mantidos por 3 dias no interior de uma câmara climática B.O.D., nas mesmas condições ambientais em que seriam avaliados ($T^{\circ} = 25 \pm 2$, $UR = 70 \pm 10\%$ e fotofase de 12h), para que entrassem em equilíbrio higroscópico.

Foram mantidas criações de *Z. subfasciatus*, visando à obtenção de grandes popu-

lações. Para tanto, foram utilizados frascos de vidro transparentes com 1 litro de capacidade, fechados na parte superior com uma tela de nylon com malha fina, permitindo a aeração interna. Cada frasco recebeu 0,3 kg de grãos de feijão recém-colhido, sendo posteriormente infestados com aproximadamente 300 adultos e mantidos em B.O.D.

Para início do ensaio, recipientes plásticos transparentes (5,0 x 3,5 x cm), receberam 10g de feijão dos diferentes genótipos juntamente com 7 casais adultos de *Z. subfasciatus* com 48 horas de idade. Após isso, os frascos infestados foram acondicionados em B.O.D., sob as mesmas condições ambientais já descritas. Passados 7 dias da infestação inicial, os insetos vivos ou mortos foram retirados dos recipientes, que por sua vez retornaram à B.O.D.

A preferência para oviposição nos genótipos foi avaliada vinte dias após a infestação inicial, com auxílio de microscópio estereoscópico e contador manual, anotando-se o número de ovos viáveis e inviáveis depositados sobre os grãos. Após vinte e cinco dias da infestação inicial, os grãos passaram a ser avaliados diariamente, visando determinar-se o número de insetos emergidos, a viabilidade larval e o período de desenvolvimento de ovo a adulto. Para obtenção do peso de grãos consumidos, todos os recipientes contendo grãos (infestados e testemunhas) ficaram em estufa ($T = 40^{\circ}\text{C}$ por 2 dias), a fim de igualar a umidade das parcelas. A partir da secagem, o peso inicial e final dos grãos foi ajustado em função das testemunhas e as diferenças de peso seco (consumo) calculadas.

Foram efetuadas 8 repetições, utilizando-se um delineamento inteiramente casualizado (DIC). Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo Teste F, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com relação à oviposição sobre grãos de diferentes genótipos de feijoeiro (Tabela 1)

Tabela 1. Número total de ovos, ovos viáveis e percentagem de inviabilidade de ovos de *Z. subfasciatus* obtidos em diferentes genótipos de feijoeiro.

Tratamentos	Nº Total de ovos ¹	Nº Total de ovos viáveis ¹	Nº Total de ovos inviáveis ¹
Arc.2	78.25 ± 3.25 a	62.25 ± 2.56 a	16.00 ± 5.26 a
Pérola	67.12 ± 4.13 ab	52.75 ± 3.16 b	14.37 ± 4.34 ab
Arc.3	59.75 ± 7.36 b	48.12 ± 3.42 b	11.63 ± 2.23 ab
Arc.1	44.62 ± 2.52 c	32.12 ± 3.17 c	12.50 ± 1.31 ab
Ônix	26.25 ± 3.50 d	22.12 ± 3.75 d	4.13 ± 3.47 b
Arc.4	15.00 ± 5.61 e	11.25 ± 4.58 e	3.75 ± 2.59 b
F	21.42**	24.53**	28.86**
CV (%)	35.17	41.18	32.68

1/ Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

observa-se que a maior média de ovos foi constatada em Arc.2, diferindo significativamente das médias de Arc.3, Arc.1, Ônix e Arc.4, que apresentaram-se menos ovipositados. De acordo com LARA (1991), a menor oviposição nesses genótipos sugere a ocorrência de resistência do tipo não-preferência para oviposição contra o caruncho. Analisando-se o total de ovos viáveis contados nos grãos dos genótipos, observa-se novamente que Arc.2 destacou-se com a maior média, diferindo significativamente de todos os demais tratamentos. Considerando-se o total de ovos inviáveis, nota-se que mais uma vez o genótipo Arc.2 revelou a maior média, diferindo significativamente de Ônix e Arc.4, sendo que os demais genótipos apresentaram valores próximos e intermediários, não diferindo desses três.

Observando-se o número de emergências de adultos de *Z. subfasciatus* (Figura 1), nota-se que as menores médias ocorreram em Arc.4 e Arc.1, diferindo significativamente daquelas apresentadas pelos demais materiais. O baixo número de emergências é indicativo da ocorrência de antibiose como mecanismo de resistência (BALDIN & LARA, 2004), que caracteriza-se, dentre outros fatores, por elevada mortalidade de larvas, fato também observado no presente trabalho, conforme ilustra a Figura 3.

A resistência apresentada por linhagens contendo arcelina frente aos carunchos vem

sendo mencionada por diversos autores (WANDERLEY *et al.*, 1997; LARA 1997), que relataram elevados índices de antibiose contra *Z. subfasciatus* ao utilizarem materiais melhorados contendo arcelinas dos tipos 1, 2, 3 e 4. Da mesma forma, citações quanto ao comportamento resistente dos materiais selvagens (Arc.1S, Arc.2S, Arc.3S, Arc.4S e Arc.5S) frente aos carunchos *A. obtectus* e *Z. subfasciatus*, são freqüentemente encontradas na literatura (SCHOONHOVEN *et al.*, 1983; CARDONA *et al.*, 1989; ISHIMOTO & KITAMURA, 1993; LARA, 1997).

Embora não tenha sido avaliado o peso médio dos insetos provenientes dos diferentes genótipos, notou-se um tamanho reduzido nos indivíduos emergidos de grãos de Arc.1 e Arc.4 em relação aos oriundos dos genótipos Pérola e Ônix, o que também é um indicativo da ocorrência de antibiose (LARA, 1991).

O tamanho reduzido de adultos provenientes desses materiais, aliado ao baixo peso dos mesmos, sugerem a presença de compostos indesejáveis às larvas, como as variantes da proteína arcelina, presentes nos genótipos utilizados na pesquisa. Acredita-se que a presença dessa proteína cause complicações na digestão e assimilação de nutrientes pelas larvas, reduzindo sua viabilidade (Figura 2), tornando-as subdesenvolvidas ou originando adultos muito pequenos e/ou defeituosos, em relação àqueles emergidos de genótipos suscetíveis (BALDIN & LARA, 2004).

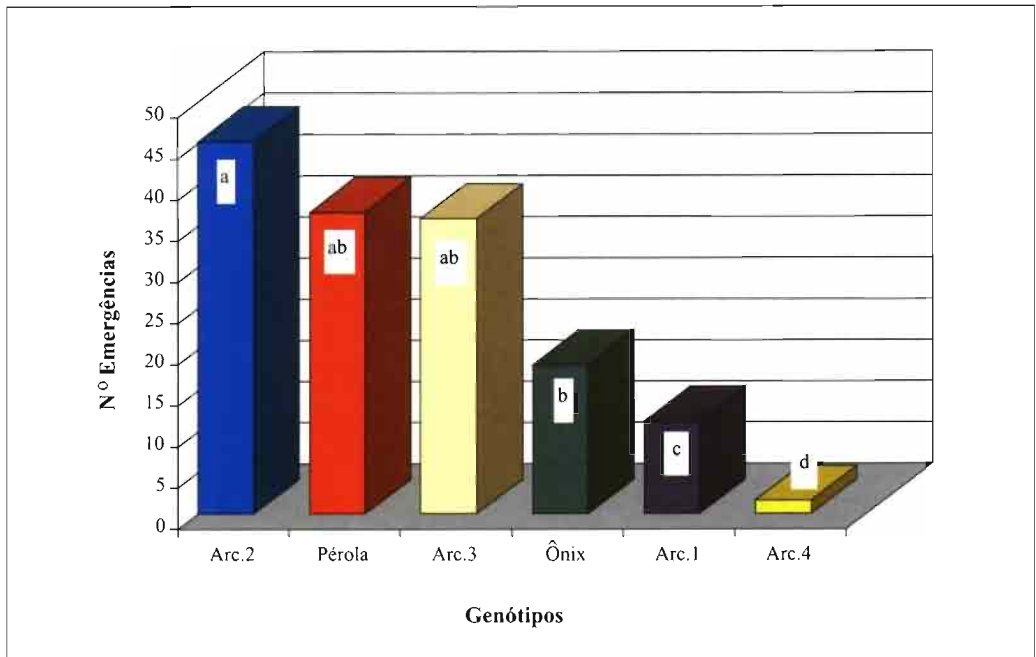


Figura 1. Número de emergência de adultos de *Z. subfasciatus* obtidos em diferentes genótipos de feijoeiro.

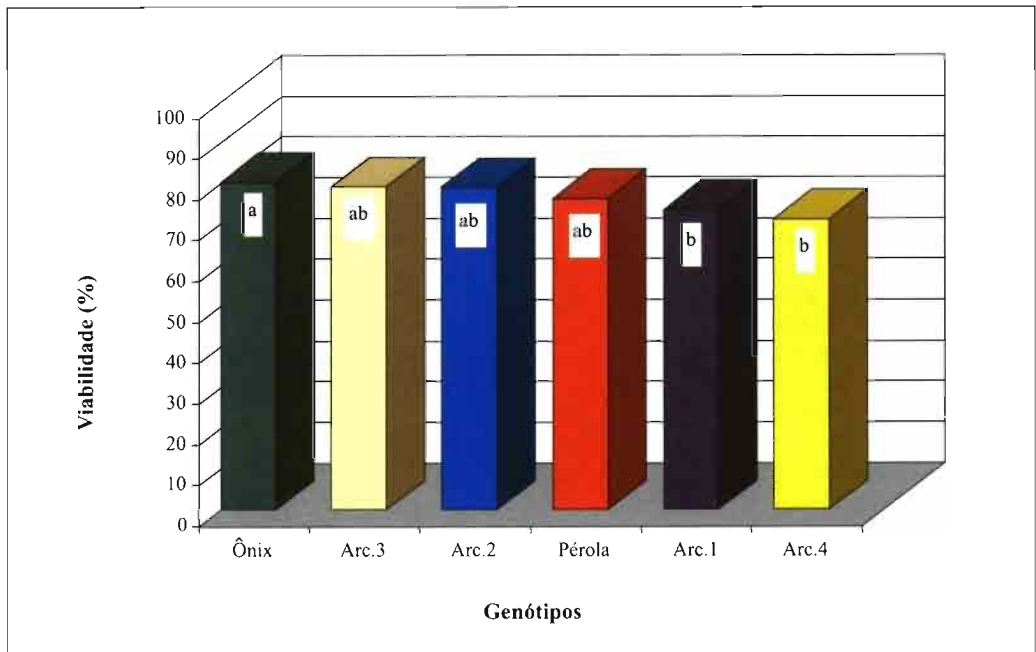


Figura 2. Viabilidade (%) larval de *Z. subfasciatus* observada em diferentes genótipos de feijoeiro.

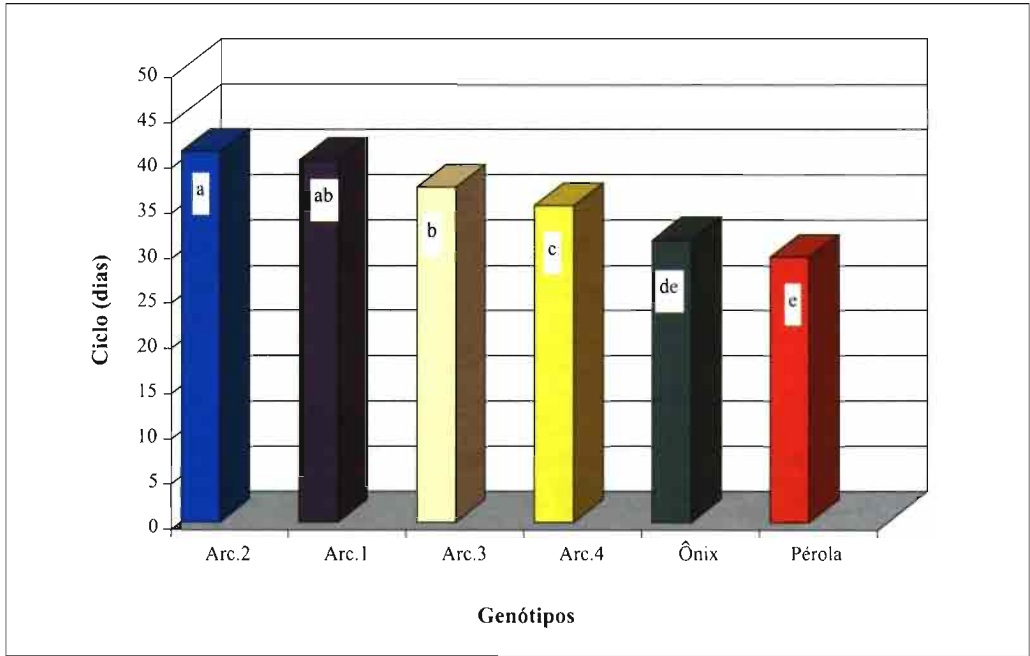


Figura 3. Período de desenvolvimento de ovo-adulto (ciclo) de *Z. subfasciatus* obtido em diferentes genótipos de feijoeiro.

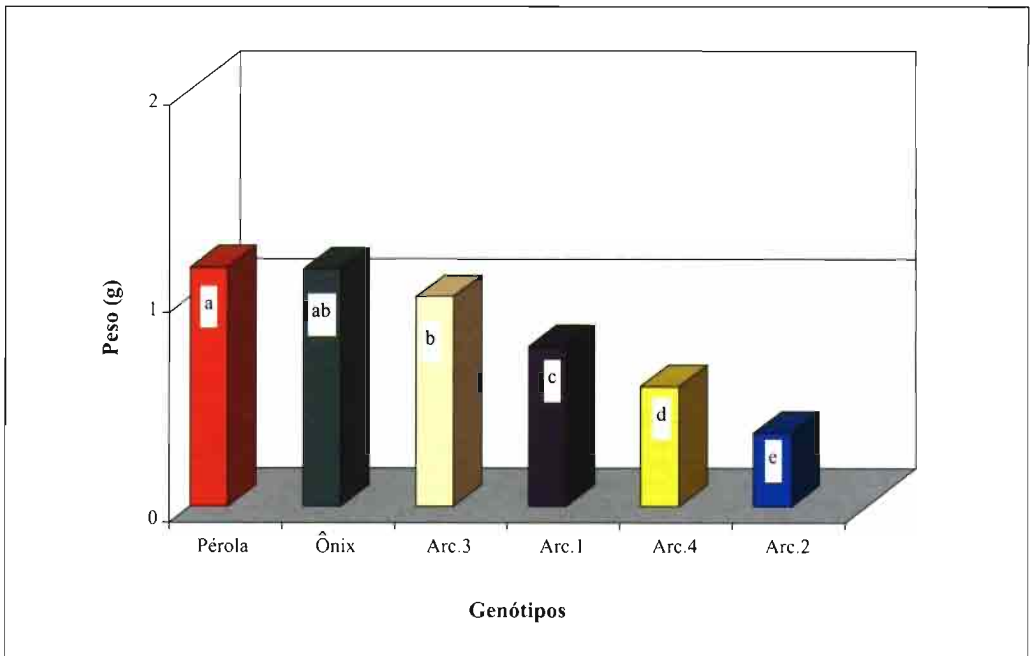


Figura 4. Peso (g) de grãos consumidos por *Z. subfasciatus* em diferentes genótipos de feijoeiro.

Com relação ao período médio de desenvolvimento de ovo a adulto (ciclo), a Figura 3 revela que os genótipos Ônix e Pérola, destacaram-se com as menores médias, diferindo significativamente dos outros materiais e indicando serem mais adequados ao desenvolvimento das larvas do caruncho e, portanto, suscetíveis. De acordo com LARA (1991), o prolongamento no ciclo dos insetos confinados aos genótipos Arc.2, Arc.1, Arc.3 e Arc.4 sugere a ocorrência de até dois mecanismos de resistência contra *Z. subfasciatus*. O primeiro mecanismo seria a antibiose, que também se caracteriza por retardar o desenvolvimento dos insetos, principalmente nos períodos imaturos, devido à presença de compostos indesejáveis ao metabolismo do inseto; um segundo poderia ser a não-preferência para alimentação, que ocorre quando o inseto pouco se alimenta de um determinado material, devido à impalatabilidade do mesmo, resultando também em prolongamento do ciclo.

Analisando-se o peso de grãos consumidos pelos carunchos (Figura 4), nota-se que o genótipo Pérola foi o mais consumido,

confirmando ser mais suscetível ao ataque de *Z. subfasciatus*; enquanto que os genótipos Arc.2, Arc.4 e Arc.1 destacaram-se com as menores médias de consumo. Esses dados reforçam a hipótese de não-preferência para alimentação comentada anteriormente.

Em geral observou-se que os genótipos melhorados portadores de arcelina (1, 2, 3 e 4) expressam resistência frente ao caruncho *Z. subfasciatus* indicando serem alternativas viáveis para o controle do inseto. Embora os resultados sejam promissores, esses genótipos ainda requerem estudos mais aprofundados por parte de melhoristas, a fim de serem futuramente lançados no mercado. Por serem suscetíveis ao ataque do caruncho, os genótipos Pérola e Ônix exigem cautela dos agricultores durante o armazenamento de seus grãos.

AGRADECIMENTOS

Os autores expressam seus agradecimentos ao Eng^o Agr^o MSc. Antonio Cesar Caetano pelo auxílio na confecção do Resumen.

RESUMEN

BALDIN, E. L. L., FRANCO, R. S. R., SOUZA, D. R. 2007. Resistencia de genotipos de frijol *Phaseolus vulgaris* (L.) a *Zabrotes subfasciatus* (Boh., 1833) (Coleoptera: Bruchidae). *Bol. San. Veg. Plagas*, **33**: 369-375.

En este trabajo se ha evaluado la posible resistencia de seis genotipos de frijol *Phaseolus vulgaris* L. al gorgojo *Zabrotes subfasciatus* (Boheman, 1833) (Coleoptera: Bruchidae) en condiciones de laboratorio ($T^{\circ} = 25 \pm 2$. H.R. = $70 \pm 10\%$ y fotoperiodo de 12h). En los ensayos se utilizaron pequeñas cajas de plástico con 10g de granos de los genotipos Ônix, IAC-Pérola, Arc.1, Arc.2, Arc.3, y Arc.4. Se pusieron siete parejas del insecto en cada caja, manteniendo la infestación durante una semana. Veinte días después de la liberación se observaron los granos, contando los huevos viables e inviables. Veintisiete días después de la infestación las evaluaciones de granos fueron diarias, observándose el número de adultos emergidos, la viabilidad de las larvas, el periodo de desarrollo (del huevo al adulto) y el peso de granos consumidos. Los ensayos se realizaron con un diseño experimental completamente aleatorio, con 8 repeticiones. Los resultados mostraron que los genotipos Arc.3, Arc.1, Ônix y Arc.4 expresaron la no-preferencia de oviposición como el mecanismo de resistencia al *Z. subfasciatus*. Los genotipos Arc.1, Arc.2, Arc.3 y Arc.4 expresaron no-preferencia de alimentación y/o antibiosis al gorgojo del frijol. Los genotipos Pérola y Ônix son susceptibles a este insecto y, por tanto más exigentes en el almacenamiento de sus granos.

Palabras clave: Resistencia a insectos, granos de frijol, gorgojo del frijol, antixenosis, antibiosis.

ABSTRACT

BALDIN, E. L. L., FRANCO, R. S. R., SOUZA, D. R. 2007. Resistance of bean genotypes *Phaseolus vulgaris* (L.) to *Zabrotes subfasciatus* (Boh., 1833) (Coleoptera: Bruchidae). *Bol. San. Veg. Plagas*, **33**: 369-375.

The objective of this work was to evaluate the possible resistance of six bean genotypes *Phaseolus vulgaris* L. to bean weevil *Zabrotes subfasciatus* (Boheman, 1833) (Coleoptera: Bruchidae) in lab conditions ($T^{\circ}= 25\pm 2$, HR = $70\pm 10\%$ and photoperiod of 12h). The assays were conducted in recipients containing 10g of grains of genotypes Ônix, IAC-Pérola, Arc.1, Arc.2, Arc.3, and Arc.4 genotypes, releasing seven pairs of the insect and maintaining the infestation during one week. Twenty days after the releasing, the grains were evaluated, counting the viable and inviable eggs. Twenty seven days after the infestation, the evaluations of grains was daily initiated, observing the number of adults emerged, the larvae viability, the development period (egg to adult) and the weight of grains consumed. The assays were performed in a completely randomized design, with 8 replications. The results showed that Arc.3, Arc.1, Ônix and Arc.4 genotypes expressed oviposition non-preference as resistance mechanism to *Z. subfasciatus*. The Arc.1, Arc.2, Arc.3 and Arc.4 expressed feeding non-preference and/or antibiosis to bean weevil. The Pérola and Ônix genotypes are susceptible to this insect, demanding carefulness during the storage of their grains.

Key words: Host plant resistance, bean grains, bean weevil, antixenosis, antibiosis.

REFERÊNCIAS

- BALDIN, E.L.L., LARA, F. M. 2004. Efeito de temperaturas de armazenamento e de genótipos de feijoeiro sobre a resistência a *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera: Bruchidae). *Neotrop. Entomol.*, **33** (3): 365-369.
- CARDONA, C., POSSO, C. E., KORNEGAY, J., VALOR, J., SERRANO, M. 1989. Antibiosis effects of wild dry bean accessions on the mexican bean weevil and the bean weevil (Coleoptera: Bruchidae). *J. Econ. Entomol.*, **82**: 310-315.
- FERRREIRA, A.M. 1960. Subsídios para o estudo de uma praga do feijão (*Zabrotes subfasciatus* Boh.-Coleoptera, Bruchidae) dos climas tropicais. *Garcia de Oria*, **8** (3): 559-581.
- GALLO, D., NAKANO, O., SILVEIRA NETO, S., CARVALHO, R. P. L., BATISTA, G. C. de, BERTI FILHO, E., PARRA, J. R. P., ZUCCHI, R. A., ALVES, S. B., VENDRAMIM, J. D., MARCHINI, L. C., LOPES, J. R. S., OMOTO, C. 2002. Entomologia agrícola. Piracicaba: FEALQ, 920p.
- ISHIMOTO, M., KITAMURA, K. 1993. Specific inhibitory activity and inheritance of an α -amylase inhibitor in a wild bean accession resistant to the mexican bean weevil. *Jap. J. Breed.*, **43**: 68-73.
- LARA, F. M. 1991. Princípios de resistência de plantas a insetos. São Paulo: Ícone, 336p.
- LARA, F. M. 1997. Resistance of wild and near isogenic bean lines with arcelin variants to *Zabrotes subfasciatus* (Boheman). I- Winter Crop. *An. Soc. Entomol. Brasil*, **26** (3): 551-560.
- LIMA, J. O. G. de, SILVA, F. A. P. da, FARONI, L. R. A. 1983. Insetos de grãos armazenados. *Inf. Agropec.*, **99** (9): 46-53.
- REGO, A. F. M., VEIGA, A. F. S. L., RODRIGUES, Z. A., OLIVEIRA, M. L., REIS, D. V. 1986. Efeito da incidência de *Zabrotes subfasciatus* (Boheman, 1833) (Coleoptera: Bruchidae) sobre genótipos de *Phaseolus vulgaris* L. *An. Soc. Entomol. Brasil*, **5**: 53-69.
- SCHOONHOVEN, A. Van, CARDONA, C., VALOR, J. 1983. Resistance to bean weevil and the mexican bean weevil (Coleoptera: Bruchidae) in noncultivated common bean accessions. *J. Econ. Entomol.*, **76**: 1255-1259.
- VIEIRA, C. 1967. O feijoeiro-comum. Viçosa: Imprensa Universitária, 220p.
- WANDERLEY, V. S., OLIVEIRA, J. V., ANDRADE JR, M. L. 1997. Resistência de cultivares e linhagens de *Phaseolus vulgaris* L. a *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) (Coleoptera: Bruchidae). *An. Soc. Entomol. Brasil*, **26** (2): 315-320.

(Recepción: 30 mayo 2007)

(Aceptación: 29 junio 2007)

Primera cita del desarrollo de *Aleyrodes proletella* (Linnaeus, 1758) en plantas de tomate bajo condiciones controladas

D. ALONSO, A.-A. GÓMEZ, G. NOMBELA, M. MUÑIZ

La mosca blanca de la col, *Aleyrodes proletella*, causa graves daños en cultivos de brassicas pero no existen referencias hasta la fecha sobre su desarrollo eficaz y continuado en tomate. Tras la observación de la presencia accidental de adultos de esta especie en plantas de tomate (cv Moneymaker), se realizaron dos experimentos en condiciones controladas de laboratorio para analizar su desarrollo en estas plantas. En uno de ellos se introdujeron hembras fértiles de *A. proletella* en "cajas-pinza" sujetas a las hojas, mientras que en el segundo se permitió a las hembras elegir libremente la planta. Las condiciones experimentales en ambos casos fueron: temperatura de $24 \pm 1^\circ\text{C}$, humedad relativa del 60% y fotoperiodo 16:8 h (L:O). En los dos ensayos se observaron huevos que se desarrollaron hasta el segundo estadio larvario en el primer experimento y hasta adultos en el segundo. A partir de estos resultados es posible concluir que *A. proletella* puede completar su ciclo biológico en plantas de tomate bajo condiciones controladas, siendo la primera vez que se describe este hecho.

D. ALONSO, A.-A. GÓMEZ, G. NOMBELA, M. MUÑIZ. Departamento de Protección Vegetal, Instituto de Ciencias Agrarias-CCMA (CSIC). c/ Serrano 115 Dpdo. 28006 Madrid. Teléfono 91 745 2500. FAX: 91 564 08 00. E-mail: mmuniz@ccma.csic.es.

Palabras clave: moscas blancas, mosca de la col, infestación, cultivos hortícolas.

INTRODUCCIÓN

En España, la superficie dedicada al cultivo de tomate en 2005 fue próxima a 65.000 ha, con una producción de 4.000.000 t, siendo el que más ha contribuido al incremento de las exportaciones (MAPA, 2005). Este cultivo es atacado por numerosas plagas, siendo destacable la importancia económica de los daños ocasionados por la mosca blanca transmisora de virus, *Bemisia tabaci* (Genn.). Sin embargo, en la bibliografía consultada no existen hasta la fecha referencias que describan niveles de infestación eficaz y continuada en tomate por otra mosca blanca: *Aleyrodes proletella* (Homoptera: Aleyrodidae).

La mosca blanca de la col, *A. proletella*, que fue observada por vez primera en Tene-

rife (GÓMEZ-MENOR, 1944), no ha causado problemas económicos en cultivos comerciales durante muchos años (CARDEN, 1972, EL-HELALY *et al.*, 1972, DALE *et al.*, 1976, PATTI y RAPISARDA 1981, MARTIN *et al.*, 2000) y no existen estudios que demuestren la transmisión de virus asociados a esta especie. Sin embargo, origina en la actualidad graves daños directos en cultivos hortícolas de Europa, especialmente en plantas de la familia Cruciferae como coliflor y brócoli, debido a la extracción de nutrientes por adultos y larvas que, a su vez, excretan una sustancia azucarada que permite el crecimiento de hongos (LOOMANS *et al.*, 2000, 2002; RAMSEY y ELLIS, 1996; TRDAN *et al.*, 2003). Además, las poblaciones de esta especie se extienden desde hace varios años por otras regiones de todo el mundo, pudiendo encon-

trarse en el Norte y Este de África, India, Estados Unidos, islas Bermudas, Brasil, Nueva Zelanda, Taiwan, y Sudáfrica (DE BARRO y CARVER, 1997). Desde hace más de una década se ha detectado el incremento de sus densidad poblacional en crucíferas de España (ALCÁZAR y LACASA, 1999; LACASA *et al.*, 1998; HERNÁNDEZ-SUÁREZ, 1996; HERNÁNDEZ-SUÁREZ y CARNERO, 2000). Ante este hecho, hemos realizado diversos estudios con este insecto, obteniendo diferencias en sus tasas de desarrollo y reproducción en varios cultivos e incluso en diferentes variedades de un mismo cultivo (MUÑIZ, 2003; MUÑIZ y NEBRED, 2003, 2004; NEBRED *et al.*, 2005).

A pesar de que los insectos *Bemisia tabaci* y *A. proletella* se crían en nuestro laboratorio en plantas de tomate y coliflor, respectivamente, en cajas cuidadosamente aisladas, hace algún tiempo se observó la presencia accidental de algunos adultos de *A. proletella* en la caja de cría de *B. tabaci*. Ante este hecho, consideramos interesante investigar si *A. proletella* podría desarrollarse en plantas de tomate bajo condiciones de laboratorio.

El objetivo de este trabajo ha sido incrementar el conocimiento científico sobre la posible ampliación del rango potencial de las plantas huésped de *A. proletella*, de forma que se puedan desarrollar estrategias de manejo y control adecuadas (especialmente preventivas) en aquellas zonas donde coexisten estos cultivos y estas moscas blancas.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se germinaron semillas de tomate, *Lycopersicon esculentum* Miller (cv Money-maker) y se crecieron las plantas en una cámara climática a $24 \pm 2^\circ\text{C}$, humedad relativa del $60 \pm 5\%$ y fotoperiodo de 16:8 h (L:O). Los adultos de *A. proletella* procedieron de una población criada en plantas de coliflor durante 12 generaciones a $23^\circ\text{C} \pm 3^\circ\text{C}$ y 65-78% de humedad relativa.

Se realizaron dos ensayos con las plantas de tomate situadas en cajas dentro de una

cámara climática, uno a $25^\circ\text{C}:16^\circ\text{C}$ (L:O), fotoperiodo de 16:8 h, y humedad relativa del 68-75% para analizar la capacidad reproductiva sin posibilidad de que las hembras pudieran elegir la planta, y otro bajo las mismas condiciones experimentales, permitiendo que los adultos la eligieran libremente. En el primero se introdujeron 10 hembras fértiles en cada una de las 11 “cajas-pinza” especialmente diseñadas para este tipo de estudios (MUÑIZ y NOMBELA, 2001). Cada “caja-pinza” se sujetó a la hoja más expandida de cada una de 11 plantas de tomate (cv Money-maker) de 8 semanas de edad (una por planta). Tras permitir a las hembras poner huevos durante 3 días, se retiraron los adultos y la superficie de puesta se cubrió con otra “caja-pinza” libre de insectos para evitar la puesta de huevos por otras posibles hembras. Después de 28 días se contabilizó el número de larvas en cada planta de tomate.

En el segundo ensayo se colocaron 6 plantas de tomate de 4 semanas de edad en una caja de 100 x 60 x 60 cm, infestándose mediante liberación de 150 adultos de *A. proletella* en su interior. Se permitió a las hembras poner huevos durante 10 días, tras los cuales se extrajeron los adultos y se examinaron todas las hojas bajo una lupa binocular para contabilizar el número de huevos. Transcurridos 50 días se contabilizó el número de individuos de cada estadio larvario y de nuevos adultos en todas las plantas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al final del periodo de observación de 3 días en el ensayo de no elección se contabilizó una media de 5,64 huevos/planta, equivalente a 0,19 huevos por hembra y día. Después de 28 días, sobre las plantas de tomate se pudo observar un número reducido de larvas del primer estadio ($L_1 = 2,18$) y del segundo ($L_2 = 0,64$) que no habían llegado a desarrollarse hasta alcanzar el tercer estadio larvario (Cuadro 1).

En el segundo ensayo, cuando se permitió a los adultos elegir las plantas de tomate, se observó una tasa de mortalidad elevada al

Cuadro 1. Producción media (\pm ES) de huevos, larvas y adultos de *A. proletella* en plantas de tomate (cv. Moneymaker).

	Ensayo de no elección de plantas ¹ (n = 11)	Ensayo de elección de plantas ² (n = 6)
Huevos totales	5.64 \pm 1.61	14.50 \pm 3.60
Huevos/hembra	0.56 \pm 0.16	1.38 \pm 0.32
Huevos/hembra/día	0.19 \pm 0.05	0.14 \pm 0.03
L ₁	2.18 \pm 0.76	2.83 \pm 1.22
L ₂	0.64 \pm 0.24	0.83 \pm 0.48
L ₃	0.00 \pm 0.00	0.17 \pm 0.17
L ₄	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00
Adultos	0.00 \pm 0.00	0.50 \pm 0.34

¹ Periodo de recuento de huevos y larvas 3 y 28 días, respectivamente.

² Periodo de recuento de huevos 10 días; de larvas y adultos 50 días.

final del periodo de puesta, ya que, siendo la razón de sexos 1:1, de los 150 adultos liberados, el número medio de hembras por planta fue 11,3. En 10 días se obtuvo un total de 87 huevos en las 6 plantas, lo que significa un valor medio de 14,50 huevos/planta (0,15 huevos por hembra y día), mientras que después de un periodo de 50 días, al cabo del cual solamente deberían observarse sacos pupales y adultos si el desarrollo es normal, el número medio de individuos de estadios larvarios por planta fue 2,83 para L₁, 0,83 para L₂ y 0,17 para L₃ (Cuadro 1). Es decir, de los 87 huevos, 17 se desarrollaron a L₁, 5 a L₂ y a L₃ y 3 alcanzaron la fase de adulto, que no fueron observados en el experimento de no elección, debido a que en aquél se consideró un periodo más corto de observación, no dando lugar a que los huevos se desarrollaran hasta esta fase.

Los estudios sobre identificación de las plantas huésped de insectos de interés económico y los de evolución poblacional de éstos, mediante la determinación de las tasas de desarrollo en diferentes variedades de un cultivo, son herramientas importantes para una eficaz gestión de las plagas (ZALOM *et al.*, 1995; MUÑIZ, 2000).

Las referencias sobre estas investigaciones en el caso de *A. proletella* no son abundantes, a pesar del interés creciente de esta especie en ciertos cultivos hortícolas donde, como ya se ha indicado, causa graves daños

directos. En estudios previamente realizados en nuestro laboratorio con diferentes especies de crucíferas, se han observado valores de los parámetros reproductivos muy superiores a los obtenidos en este trabajo. Por ejemplo, a 23°C, el valor medio de huevos por hembra y día en diferentes variedades de brócoli varió entre 1,6 y 4, en coliflor temprana entre 1,1 y 1,8 y en coliflor tardía entre 1 y 4 (NEBREDA *et al.*, 2005). Si se comparan estos resultados con los obtenidos en este trabajo, puede deducirse que el grado de desarrollo de este insecto en plantas de tomate es muy bajo. No obstante, aunque los parámetros que determinan la eficacia biológica de una plaga en un cultivo, en especial la fecundidad, fertilidad y mortalidad, no sean elevados, si una población de insectos es capaz de reproducirse en plantas de dicho cultivo, éste puede convertirse en vehículo de conexión para la diseminación de la plaga. En este sentido, las plantas atacadas en menor grado por *A. proletella* son reservorios potenciales que pueden ofrecer un material vegetal susceptible continuo, permitiendo a las poblaciones de estos insectos moverse dentro y entre los agrosistemas y expandirse más allá de sus cultivos preferentes. El conocimiento de sus tasas de infestación en plantas menos susceptibles podrá contribuir a tomar medidas para evitar un impacto negativo mayor de la plaga considerada.



Figura 1. Hoja de col repollo con una elevada infestación de *Aleyrodes proletella*, en la que pueden observarse prácticamente todas las fases del desarrollo del insecto.

Como ya hemos mencionado anteriormente, no existen referencias en la bibliografía consultada hasta la fecha sobre la reproducción continua de esta especie en tomate. Sin embargo, THINDWA y KHONJE (2005) observaron que en regiones productoras de este cultivo en Malawi (África), el 1% de las muestras identificadas contenían individuos de *A. proletella*, así como el 13% y el 5% de las obtenidas a altitudes de 485-685 m y 1485-1685 m, respectivamente.

Una gran parte de las plantas pertenecientes a la familia de las crucíferas, las más susceptibles para *A. proletella*, se desarrollan preferentemente de finales de otoño a inicios de primavera. A partir de nuestras observaciones utilizando plantas de tomate (cultivar Moneymaker), se puede afirmar

que, bajo las condiciones descritas en el presente trabajo, *A. proletella* puede iniciar, e incluso completar, su actividad reproductora en dichas plantas que se desarrollan durante primavera y en verano y podrían actuar como reservorio de estos insectos, permitiendo a sus poblaciones evolucionar y expandirse a otros cultivos con un impacto negativo mayor.

Como ya se ha mencionado, hemos puesto de manifiesto que las tasas de reproducción de *A. proletella* en un cultivo difieren según las variedades de éste, al igual que ocurre con *B. tabaci* (MUÑIZ y NOMBELA, 2001), plaga también importante de numerosos cultivos de crucíferas (PERRING, 1996). A juzgar por los resultados de este estudio, es muy probable que *A. proletella* pueda desa-



Figura 2. Adultos de *B. tabaci* y de *A. proletella* en una hoja de tomate (cv. Moneymaker).

rollarse y, por tanto, adaptar su ciclo biológico en mayor o menor grado, en otras variedades de tomate diferentes y de mayor interés actual que la que hemos utilizado, no muy cultivada actualmente.

Por todo ello, a la luz de nuestros resultados se sugiere realizar monitorizaciones de plantas de tomate en invernadero y campo para observar la posible existencia de fases del desarrollo de esta mosca blanca, con

objeto de evitar el riesgo de infestación en otros cultivos donde su presencia supone un problema de mayor gravedad.

AGRADECIMIENTOS

Daniel Alonso y Ana-Azahara han sido financiados con sendas becas de postgrado del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Programa I3P.

ABSTRACT

ALONSO D., A.-A. GÓMEZ, G. NOMBELA, M. MUÑIZ. 2007. First report of *Aleyrodes proletella* development on tomato plants under controlled conditions. *Bol. San. Veg. Plagas*, **33**: 377-382.

The cabbage whitefly, *Aleyrodes proletella*, causes serious damage to brassica crops but no references exist to date on the development of this species on tomato. Following to an accidental observation of these insects on tomato plants (cv. Moneymaker), two

assays to analyze *A. proletella* development on these plants under controlled conditions were conducted in our laboratory. In the first assay, fertile females were introduced into "clip-cages" attached to tomato leaves, but in the second one fertile females were allowed to freely choose the plants to feed on. Laboratory conditions in both assays were 24°C, 60% RH and a photoperiod of 16:8 h (L:D). *A. proletella* females laid eggs in both assays which developed to 2nd instar larvae in the no-choice assay and to adults in the second assay. From these results it is possible to conclude that *A. proletella* is able to complete its biological cycle on tomato plants under controlled conditions. This is the first time this fact is reported.

Key words: whiteflies, cabbage whitefly, infestation, horticultural crops.

REFERENCIAS

- ALCÁZAR, A., LACASA, A. 1999. La mosca blanca de la col *Aleyrodes proletella* (L.) se revela como plaga en los cultivos de brócoli de Murcia. *Cuadernos de Fitopatología*, **1**: 17-22.
- CARDEN, P.W. 1972. Parasitism of the cabbage whitefly (*Aleyrodes proletella* (L.)). *Plant Pathol* **21**, 145.
- DALE, P.S., HAYES, J.C., JOHANNESSON, J. 1976. New records of plant pests in New Zealand. *New Zeal. J. Agr. Res.*, **19**: 265-269.
- DE BARRO, P. J., CARVER, M. 1997. Cabbage whitefly, *Aleyrodes proletella* (L.) Hemiptera: Aleyrodidae), newly discovered in Australia. *Aust. J. Entomol.*, **36**: 255-256.
- EL-HELALY, M.S., EL-SHAZALI, A.Y., EL GAYAR, F. H. 1972. Biological studies on a new pest *Aleyrodes proletella* L. in Egypt (Aleyrodidae; Homoptera). *Z. Angew. Entomol.*, **70**: 323-327.
- GÓMEZ-MENOR, J. 1944. Aleuródidos de interés agrícola. *Bol. Pat. Veg. Ent. Agric.*, **13**: 161-198.
- HERNÁNDEZ-SUÁREZ, E. 1999. La familia Aleyrodidae y sus enemigos naturales en Canarias. Tesis Doctoral. Universidad de La Laguna. 368 pp.
- HERNÁNDEZ-SUÁREZ, E., CARNERO, A. 2000. Descripción y biología de las especies de mosca blanca (Hemiptera: Aleyrodidae) de mayor interés económico en Canarias. *Granja*, **7**: 50-53.
- LACASA, A., BIELZA, P., GUERRERO, M. M. 1998. Evolución de plagas de los cultivos hortícolas en el último decenio. *Phytoma-España*, **100**: 128-140.
- LOOMANS, A., FRAUSEN, J., KLAPWIJK, D. J. 2000. Latest news on whitefly in The Netherlands. *E.W.S.N News*, **6**: 3.
- LOOMANS, A. J. M., STANEVA, I.; HUANG, Y., BUKOVINSKINÉ-KISS, G., VAN LENTEREN, J. C. 2002. When native non-target species go indoors: a new challenge to biocontrol of whiteflies in European greenhouses. *IOBC/WPRS Bull.*, **25**: 139-142.
- MAPA. 2005. Anuario de Estadística Agroalimentaria. Tomate: Serie histórica de superficie, rendimiento, producción, precio, valor y comercio exterior. Ministry of Agriculture, Fisheries and Food. Madrid, Spain. 432 pp.
- MARTIN, J. H., MIFSUD, D., RAPISARDA, C. 2000. The whiteflies (Hemiptera: Aleyrodidae) of Europe and the Mediterranean basin. *Bull. Entomol. Res.*, **90**: 407-448.
- MUÑIZ, M. 2000. Host suitability of two biotypes of *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) on some common weeds. *Entomol. Exp. Appl.*, **95**: 63-70.
- MUÑIZ, M. 2003. Variación en las tasas de infestación de *Aleyrodes proletella* (Linnaeus, 1758) en tres cultivares de Col Repollo. *Granja*, **10**: 7-10.
- MUÑIZ, M., NEBRED, M. 2003. Differential variation in host preference of *Aleyrodes proletella* (L.) on some cauliflower cultivars. *IOBC/WPRS*, **26**(10): 49-52.
- MUÑIZ, M., NEBRED, M. 2004. Preferencia de *Aleyrodes proletella* (Linnaeus, 1758) en diferentes cultivos del género brassica. *Phytoma-España*, **163**: 52-55.
- MUÑIZ, M., NOMBELA, G. 2001. Differential variation in development of the B- and Q-biotypes of *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) on sweet pepper at constant temperatures. *Environ. Entomol.*, **30**: 720-727.
- NEBRED, M., NOMBELA, G., MUÑIZ, M. 2005. Comparative host suitability of the cabbage whitefly, *Aleyrodes proletella* (Homoptera, Aleyrodidae), in some brassica cultivars. *Environ. Entomol.*, **34**: 205-209.
- PATTI, L., RAPISARDA, C. 1981. Reperti morfo-biologici sugli Aleorididi nocivi alle piante coltivate in Italia. *Boll. Zool. Agr. Bachic.*, **11**: 135-190.
- PERRING, T. M. 1996. Biological differences of two species of *Bemisia* that contribute to adaptive advantage. In *Bemisia 1995: Taxonomy, biology, damage, control and management*. D. Gerling & R.T. Mayer (eds.). Intercept, United Kingdom. p. 1-16.
- RAMSEY, A. D., ELLIS, P. R. 1996. Resistance in wild Brassicas to the cabbage whitefly *Aleyrodes proletella*. *Acta Hort.*, **407**: 507-514.
- THINDWA, H., KHONJE, P. 2005. Whiteflies as pests and vectors of viruses in vegetable and legume mixed cropping systems in eastern and southern Africa. In: *Whitefly and Whitefly-Borne Viruses in the Tropics: Building a Knowledge Base for Global Action*. P.K. Anderson & F.J. PK, Morales (eds.). CIAT Publication, Number 341. Chapter 2.5. p. 150-156.
- TRDAN, S., MODIE, S., BOBEAR, A. 2003. The influence of cabbage whitefly (*Aleyrodes proletella* L., Aleyrodidae) abundance on the yield of Brussels sprouts. *IOBC/WPRS Bull.*, **26**: 265-270.

(Recepción: 12 junio 2007)

(Aceptación: 28 julio 2007)

Dispersión por vía aérea de esporas de *Diplodia pinea* en tres localidades de la cornisa cantábrica

E. ITURRITXA, R. GANLEY

Se realiza un registro semanal de los conidios de *Diplodia pinea* capturados en trampas diseñadas para recoger esporas por impactación. Las trampas se ubicaron en tres localidades representativas de la zona agro climática atlántica donde se ubica el 97 % de la superficie de Pino radiata en el País Vasco: Balmaseda con un nivel alto de infección (>60 % de los árboles con síntomas de infección), Laukiniz con un nivel medio (25 % de los árboles infectados) y Lezama con un nivel de infección bajo (<10% de árboles con síntomas de la enfermedad). En las tres localidades, las capturas son significativamente más elevadas durante el periodo primaveral, y dentro de este periodo es el mes de abril el de cifras más altas de captura. Los niveles más bajos de esporas ocurrieron entre los meses de noviembre y febrero. Se realiza una correlación entre el número de esporas capturadas y las condiciones climáticas locales. Específicamente la precipitación, humedad y temperatura se correlacionan positivamente. De acuerdo con estos resultados se recomienda realizar la poda y otras actividades forestales que puedan implicar daños mecánicos en los árboles, durante los periodos invernales, cuando el inóculo de *D. pinea* es más bajo y las bajas temperaturas dificultan los procesos de infección.

E. ITURRITXA. NEIKER tecnalia. Granja Modelo de Arkaute. Apartado 46. CP01080 Vitoria, Spain. R. GANLEY. Ensis, Scion, Rotorua, Private Bag 3020, New Zealand.

Palabras clave: Trampa de esporas, precipitación, temperatura, *Pinus radiata*.

INTRODUCCIÓN

La infección de yemas, “*Sphaeropsis* shoot blight”, es una enfermedad fúngica que afecta frecuentemente a plantaciones de *Pinus radiata* en la Comunidad Autónoma Vasca. La enfermedad causada por el hongo *Diplodia pinea* (Fr.:Fr.) Dyko & Sutton (*Diplodia pinea* (Desm.) Kickx), está también presente en Estados Unidos, Canadá, África, Nueva Zelanda, Europa, Chile y Australia, donde causa daños sustanciales en una amplia variedad de especies de coníferas exóticas y nativas (CHOU, 1987; CHOU and MACKENZIE, 1988; PAOLETTI, DANTI and STRATI, 2001; PETERSON 1981; SWART and WINGFIELD, 1991; SWART, KNOX-DAVIES and WINGFIELD, 1985).

D. pinea es un hongo capaz de infectar material vegetal de todas las edades y todo tipo de tejidos (PALMER and NICHOLLS, 1985; PETERSON, 1981; SWART and WINGFIELD, 1991). El incremento de la sensibilidad a este patógeno puede ocurrir debido a diversos factores de predisposición a la enfermedad como sequía, daños físicos y otros factores de estrés ambiental (BLODGETT, KRUGER and STANOSZ, 1997; CHOU, 1987; NICHOLLS and OSTRY, 1990; PAOLETTI, DANTI and STRATI, 2001; WINGFIELD, 1980). Los síntomas se manifiestan en una reducción de la germinación de las semillas, desecación de las yemas, muerte de las guías, deterioro del sistema radicular y puede llegar a desencadenar la muerte de la planta (CHOU, 1987; PALMER and NICHOLLS, 1985; PETERSON,

1981; WINGFIELD, 1980). En la Comunidad Autónoma Vasca, los daños causados por la enfermedad provocada por *D. pinea*, están frecuentemente asociados con el azulamiento de la madera, reduciendo su calidad considerablemente.

El control de *D. pinea* resulta complicado porque es capaz de sobrevivir en acículas, brotes y piñas durante un periodo prolongado de tiempo (PETERSON, 1981). En general, los métodos de control implican la aplicación de fungicidas, irrigación, poda y fertilización de los árboles débiles (PETERSON, 1981; SWART and WINGFIELD, 1991; SWART, KNOX-DAVIES and WINGFIELD, 1985), aunque estudios recientes muestran que la fertilización puede disminuir la resistencia del hospedador (BLODGETT, HERMS and BONELLO, 2005). La poda puede mejorar la apariencia general del árbol al eliminar las ramas con síntomas. Sin embargo, las heridas generadas por esta actividad pueden incrementar los niveles de infección al proporcionar vías fáciles de entrada para el hongo. (CHOU and MACKENZIE, 1988).

La estación de tala y poda tienen una influencia significativa en el éxito de la infección de *D. pinea*, y la dispersión de esporas se ha correlacionado con la estación lluviosa en diversos países (CHOU and MAC-

KENZIE, 1988; PETERSON, 1981; SWART and WINGFIELD, 1991; SWART, WINGFIELD and KNOX-DAVIES, 1987). Por lo tanto, para minimizar la infección de *D. pinea* a través de actividades forestales, es importante entender la dinámica de dispersión de esporas y las condiciones ambientales favorables para la infección con el objeto de que aquellas actividades susceptibles de provocar daños mecánicos puedan ser temporalmente desplazadas a épocas en las que el riesgo de infección es bajo. El objetivo de este estudio fue registrar la frecuencia de esporas en el aire de *D. pinea* en tres plantaciones de la Comunidad Autónoma Vasca, representativas de la climatología de la cornisa cantábrica, para determinar cuando se producían los picos de esporulación a lo largo del año y facilitar las predicciones del riesgo de infección vía aérea con el fin de mejorar el manejo de las plantaciones.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se seleccionaron tres plantaciones de *Pinus radiata* en la zona agroclimática atlántica de la Comunidad Autónoma Vasca, para realizar el registro del nivel de esporas en el aire en un periodo anual. Dos de las localidades se ubican en la provincia de Viz-



Figura 1. Algunos síntomas característicos de la presencia de *Diplodia pinea*. De izquierda a derecha: Desecación de ramas. Picnidios invadiendo las escalas de las piñas. Desecación de las acículas con las fructificaciones visibles. (Ilustradora: Araiz Mesanza).

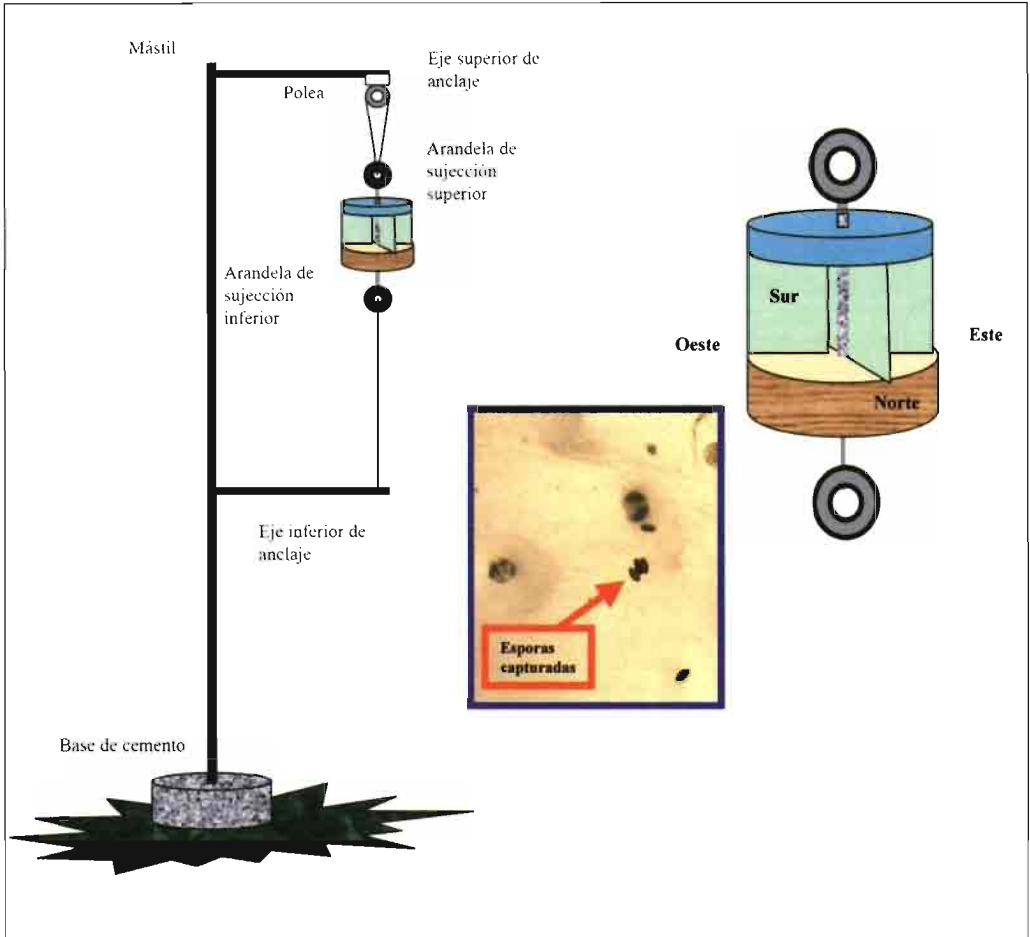


Figura 2. Diagrama esquemático de la trampa de esporas (diseño E. Iturritxa).

caya (Balmaseda y Laukiniz) y la tercera en un área más interior, Lezama, en la provincia de Álava. Los niveles de síntomas de infección por *Diplodia* para cada plantación en las tres localidades son los siguientes: Balmaseda, más de un 35% de los árboles con síntomas de la enfermedad; Laukiniz, menos de un 10% de los árboles sintomáticos y Lezama, con aproximadamente un 25% de los árboles con síntomas visibles de la enfermedad. Las trampas de esporas ubicadas en cada área fueron monitorizadas semanalmente. En la Figura 1 se muestran algunos síntomas característicos de la enfermedad.

Las trampas de esporas diseñadas y utilizadas en este estudio fueron construidas siguiendo el diseño de la Figura 2. Los portaobjetos de microscopía se impregnaban con una capa fina de glicerina sobre la que quedan adheridas las esporas que al viajar por vía aérea impactaban sobre la superficie del portaobjetos. Se colocan sobre cada trampa cuatro portaobjetos en posición vertical en las ranuras de la base de la trampa. La posición vertical aumentaba la eficacia en la captura evitando la alta deposición de restos desechables que se produce en las posicionadas horizontalmente. Los portaobjetos eran

reemplazados y examinados semanalmente en el laboratorio. Un cubreobjetos se coloca en la parte central del portaobjetos y bajo un microscopio se determina, por conteo, el número de esporas en la superficie del cubreobjetos. Un área de observación equivalente a 18 mm². Se calcula la media de las esporas en los cuatro portaobjetos por trampa, semanalmente y por localidad estudiada. Las esporas de *D. pinea* se distinguen morfológicamente de otras esporas capturadas y debido a su tamaño y coloración no se requiere la tinción de la preparación.

Para realizar la correlación de la densidad de esporas con las condiciones meteorológicas, se solicitaron los datos para las tres localidades del estudio del Servicio Vasco de Meteorología. Los parámetros utilizados fueron: temperatura (°C), precipitación (mm), porcentaje de humedad y la velocidad media del viento (m/s). Los datos meteorológicos (suministrados con una periodicidad de 10 minutos) fueron transformados a medias semanales de acuerdo a la correlación semanal con los datos obtenidos de esporulación. El análisis estadístico fue llevado a cabo utilizando SYSTAT versión 9 (SPSS, Chicago, USA). El test de Shapiro-Wilk fue utilizado como

test de la normalidad en las variables y la variable número de esporas fue transformada a Log10. El Análisis de la Varianza fue aplicado a la variable transformada pero, debido a las diferencias significativas de esporas capturadas entre localidades, los datos se analizaron por separado. Los datos transformados para cada localidad fueron agrupados por estaciones, en base a los resultados estadísticos que se fueron obteniendo durante el análisis: primavera (21 de marzo – 20 de junio), verano (21 de junio – 20 de septiembre), otoño (21 de septiembre – 20 de diciembre) e invierno (21 de diciembre – 20 de marzo). Los datos fueron sometidos a un Análisis de Varianza y un procedimiento de Tukey (nivel de significación de un 5%), para determinar la variación en el número de esporas capturadas entre estaciones. Para examinar la interacción de la temperatura, precipitación, humedad y velocidad del viento, en la variable dependiente, número de esporas, estos cuatro factores junto con la variable estación, fueron sometidos a una regresión múltiple “backward stepwise” o “paso a paso hacia atrás” ($P = 0.15$) para determinar la influencia de los factores significativos (R^2).

Cuadro 1. Análisis estadístico del número de esporas capturadas.

	Balmaseda	Laukiniz	Lezama
AOV - Estación (P)	0.000	0.031	0.000
Significancia entre estaciones ^a			
Primavera	a	a	a
Verano	b	a, b	b
Otoño	b	b, c	c
Invierno	b	c	b, c
Regresión			
Estación (P)	0.000	0.036	0.006
Velocidad del viento (P)	0.143	0.587	0.579
Temperatura (P)	0.461	0.278	0.013
Humedad (P)	0.046	0.901	0.533
Rainfall (P)	0.045	0.921	0.817
R^2 ^b	0.571	0.201	0.473

^a Tukey's W procedimiento ($P = 0.05$), estaciones con la misma letra no son significativamente diferentes.

^b Determinada utilizando sólo factores significativos.

RESULTADOS

El número de esporas capturadas de *D. pinea*, en el periodo de un año en la Comunidad Autónoma Vasca fue significativamente diferente en las cuatro estaciones (Primavera, Verano, Otoño e Invierno) en las tres localidades estudiadas (Balmaseda, Laukiniz y Lezama) (Cuadro 1). El número de esporas capturadas fue a su vez significativamente diferente en las tres localidades ($P = 0.000$), en Balmaseda se registran 9 veces más esporas de *D. pinea* que las atrapadas en Laukiniz y casi cuatro veces más esporas que las capturadas en Lezama. En las tres localidades, el pico más alto de esporas se produce durante la primavera (21 de marzo – 20 de junio) y fue significativamente superior al de las otras estaciones, con la excepción del verano en la localidad de Laukiniz (Cuadro 1, Figura 3).

En primavera, fue abril el mes con el nivel más alto de esporas registradas en las tres localidades. (Figura 3).

Para determinar si existe correlación entre el número de esporas capturadas de *D. pinea* y los factores meteorológicos locales (temperatura, precipitación, velocidad del viento y humedad) se realiza un análisis de regresión múltiple. En la localidad de Balmaseda, las variables independientes de precipitación, humedad y velocidad del viento, muestran una interacción significativa con el número de esporas capturadas (Cuadro 1). Con el factor estación, explica un 57 % de la variación en los niveles de esporas (Cuadro 1). En Lezama, la variable independiente temperatura se correlaciona significativamente con las esporas capturadas (Cuadro 1), aunque no se observa una interacción significativa con el resto de los factores climáti-

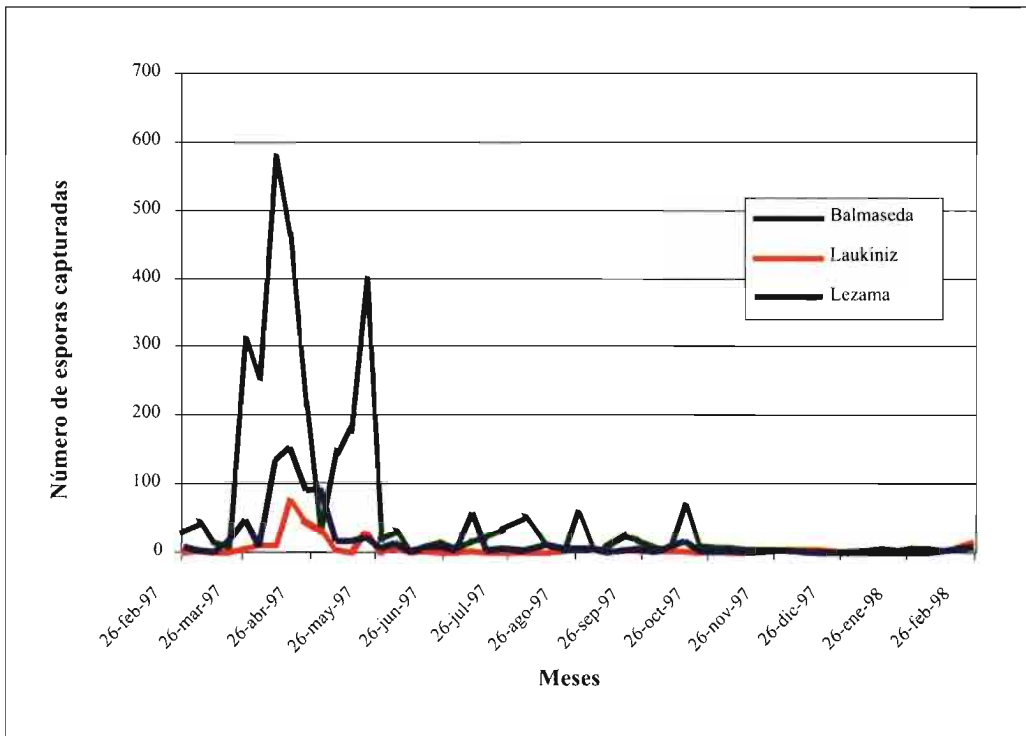


Figure 3. Número de esporas de *Diplodia pinea* capturadas en el periodo de un año en las tres localidades estudiadas.

cos estudiados. Los factores de temperatura y estación juntos, explican un 47% de la variación detectada en el número de esporas capturadas. Sin embargo, no se detecta interacción alguna entre los niveles de esporas capturadas y las variables meteorológicas consideradas en la localidad de Laukiniz. El único factor significativo fue la estación, el cual podía explicar un 20% de la variación en el número de esporas de *D. pinea* capturadas.

DISCUSIÓN

En este estudio se detectan diferencias significativas en el número de esporas de *Diplodia pinea* capturadas en el aire, en las diferentes estaciones del año. En cada una de las localidades en estudio: Balmaseda, Laukiniz y Lezama, la mayor cantidad de esporas capturadas fue registrada durante la primavera en el mes de abril. Estos resultados concuerdan con los estudios de dispersión aérea de esporas de *D. pinea* llevados a cabo en otros países, los que han mostrado, a su vez, los niveles de esporas más elevados durante los meses de primavera y verano, (CHOU and MACKENZIE, 1988; PALMER, MCROBERTS and NICHOLLS, 1988; SWART and WINGFIELD, 1991; SWART, WINGFIELD and KNOX-DAVIES, 1987).

Las cifras más altas en número de esporas capturadas se detectaron en Balmaseda, donde el número era nueve veces superior al número de esporas registradas en Laukiniz y cuatro veces superior al obtenido en Lezama. Esta diferencia en el número de esporas entre localidades podría corresponderse con los distintos niveles de daños asociados a esta enfermedad en las plantaciones estudiadas. En Balmaseda sobre un 35% de los árboles mostraban síntomas claros de la enfermedad con menos de un 10% en la localidad de Laukiniz y un 25% en Lezama. Si embargo, es muy probable que otros factores ambientales e inherentes a la ubicación de las parcelas estuvieran implicados.

En Sudáfrica se ha encontrado que la dispersión de esporas de *D. pinea* está asociada a la precipitación, con los niveles más altos de esporulación registrados en las épocas en la que las precipitaciones se producen seguidas de altas temperaturas (SWART and WINGFIELD, 1991). Para determinar la influencia de las condiciones meteorológicas en la dispersión de esporas en la Comunidad Autónoma Vasca se consideran los parámetros de velocidad del viento, humedad, temperatura y precipitación para cada localidad. En Balmaseda, el número de esporas registradas fue encontrado significativamente correlacionado con la precipitación y humedad ambiental. Sin embargo, los resultados obtenidos en la localidad de Laukiniz no mostraron correlación con ninguno de los parámetros meteorológicos estudiados y para Lezama, el número de esporas se correlacionaba con la temperatura. En general, estos resultados apoyan una interacción entre las condiciones meteorológicas y la dispersión de esporas de *D. pinea*, aunque la relación exacta no está muy clara. Es posible que una correlación más precisa entre precipitación y temperatura no se haya detectado debido a aspectos microclimáticos asociados a las localidades.

En vista de estos resultados, se recomienda limitar las actividades forestales susceptibles de ocasionar heridas, como la tala y la poda, durante la estación primaveral. Se recomienda realizar este tipo de actividades durante los meses de invierno, entre noviembre y febrero, cuando se detectan los niveles más bajos de esporas en el aire. Además de que estudios previos han mostrado que las infecciones por *D. pinea* se reducen durante los meses de invierno como consecuencia de la disminución de temperaturas que reduce la tasa a la cual el patógeno coloniza los tejidos del hospedador (SWART and WINGFIELD, 1991). Se recomiendan a su vez las prácticas de saneamiento tales como las podas, entresacas, tala o eliminación de árboles enfermos para reducir los niveles de inóculo de *D. pinea* en el ambiente.

ABSTRACT

ITURRITXA E., R. GANLEY. 2007. Airborne dispersal of *Diplodia pinea* spores in three locations from the Cantabrian coast. *Bol. San. Veg. Plagas*, **33**: 383-390.

A weekly record of *Diplodia pinea* spores captured in the air was carried out. Spores traps were designed to collect spores by impact. Traps were assembled in three representative localities of the Atlantic climatic area where is grown 97% of the *Pinus radiata* surface in the Basque Country: Balmaseda with the highest affectation level (> 35% of the trees with symptoms of the disease), Laukiniz with the lowest affectation level (< 10% of trees with symptoms of this disease) Lezama with middle level (25% of the trees with symptoms). In all three locations, there were significantly more spores trapped over spring, with the highest number of spores recorded in April. The lowest number of spores occurred from november until February. A correlation between the number of spores captured and climate conditions was determined. Specifically, rainfall and humidity, and temperature were positively correlated. In view of these results it is recommended that pruning or other injury-related forestry activities should be avoided during spring. Instead, such activities should be best performed during winter months when *D. pinea* inoculum is low and the cooler temperatures are less likely to facilitate infection.

Key words: spore traps, rainfall, temperature, *Pinus radiata*.

REFERENCIAS

- BLODGETT, J. T., E. L. KRUGER and G. R. STANOSZ. 1997. *Sphaeropsis sapinea* and water stress in a red pine plantation in central Wisconsin. *Phytopathology*, **87**: 429-434.
- BLODGETT, J. T., D. A. HERMS and P. BONELLO. 2005. Effects of fertilization on red pine defense chemistry and resistance to *Sphaeropsis sapinea*. *Forest Ecology and Management*, **208**: 373-382.
- CHOU, C. K. S. 1987. Crown wilt of *Pinus radiata* associated with *Diplodia pinea* infection of woody stems. *European Journal of Forest Pathology*, **17**: 398-411.
- CHOU, C. K. S. and M. MACKENZIE. 1988. Effects of pruning intensity and season on *Diplodia pinea* infection of *Pinus radiata* stem through pruning wounds. *European Journal of Forest Pathology*, **18**: 437-444.
- NICHOLLS, T. H. AND M. E. OSTRY. 1990. *Sphaeropsis sapinea* cankers on stressed red and jack pines in Minnesota and Wisconsin. *Plant Disease*, **74**: 54-56.
- PALMER, M. A. and T. H. NICHOLLS. 1985. Shoot blight and collar rot of *Pinus resinosa* caused by *Sphaeropsis sapinea* in forest tree nurseries. *Plant Disease*, **69**: 739-740.
- PALMER, M. A., R. E. McROBERTS and T. H. NICHOLLS. 1988. Sources of inoculum of *Sphaeropsis sapinea* in forest tree nurseries. *Phytopathology*, **78** (6): 831-835.
- PAOLETTI, E., R. DANTI, AND S. STRATI. 2001. Pre- and post-inoculation water stress affects *Sphaeropsis sapinea* canker length in *Pinus halepensis* seedlings. *Forest Pathology*, **31**: 209-218.
- PETERSON, G. W. 1981. Control of *Diplodia* and *Dothistroma* blights of pines in the urban environment. *Journal of Arboriculture*, **7** (1): 1-5.
- SWART, W. J., and M. J. WINGFIELD. 1991. Biology and control of *Sphaeropsis sapinea* on *Pinus* species in South Africa. *Plant Disease*, **75**: 761-766.
- SWART, W. J., P. S. KNOX-DAVIES, and M. J. WINGFIELD. 1985. *Sphaeropsis sapinea*, with special reference to its occurrence on *Pinus* spp. in South Africa. *South African Forestry Journal*, **135**: 1-8.
- SWART, W. J., M. J. WINGFIELD, and P. S. KNOX-DAVIES. 1987. Conidia dispersal of *Sphaeropsis sapinea* in three climatic regions of South Africa. *Plant Disease*, **71**: 1038-1040.
- WINGFIELD, M. J. 1980. Association of *Diplodia pinea* with a root disease of pines in South Africa. *Plant Disease*, **64**: 221-223.

(Recepción: 9 marzo 2007)

(Aceptación: 30 mayo 2007)

Efectos de diversos insecticidas aplicados en condiciones de laboratorio extendido sobre *Psytalia concolor* (Szèpligeti) (Hymenoptera: Braconidae)

A. ADÁN, T. GONZÁLEZ, R. BASTANTE, F. BUDIA, P. MEDINA, P. DEL ESTAL, E. VIÑUELA

Se ha estudiado la toxicidad de ocho insecticidas en hembras del parasitoide de la mosca del olivo, *Psytalia concolor* (Szèpligeti) (Hymenoptera: Braconidae). Los productos empleados fueron spinosad, piretrinas naturales + PBO, fipronil e imidacloprid, aplicados en pulverización cebo y caolín, aceites minerales e imidacloprid en pulverización convencional. Los organofósforados dimetoato y triclorfon se emplearon como controles positivos.

Se evaluó la mortalidad de las hembras a los tres días del tratamiento, y su capacidad benéfica a partir del cuarto, durante cuatro días consecutivos. Spinosad, imidacloprid, y piretrinas naturales + PBO no afectaron en ningún grado al parasitoide. Por el contrario, fipronil mató a la totalidad de los individuos tratados, al igual que los organofósforados. Para estos productos se estudió su persistencia con residuos de 7 y 14 días, resultando todavía tóxicos.

Cuando se aplicaron en pulverización normal sobre hojas de olivo, el imidacloprid, el caolín y los aceites minerales, no afectaron en ningún caso al parasitoide, en contraste con el dimetoato (100 % de mortalidad).

A. ADÁN, T. GONZÁLEZ, R. BASTANTE, F. BUDIA, P. MEDINA, P. DEL ESTAL, E. VIÑUELA. Unidad de Protección de Cultivos, E.T.S.I. Agrónomos, Ciudad Universitaria s/n. 28040-Madrid, angeles.adan@upm.es

Palabras clave: Efectos secundarios de insecticidas, pulverización cebo, pulverización normal, persistencia.

INTRODUCCIÓN

Psytalia (Opus) concolor (Szèpligeti) es un endoparasitoide koinobionte que parasita larvas de tercer estadio de varias especies de dípteros de la familia Tephritidae entre las que destacan por su importancia económica la mosca del olivo, *Bactrocera oleae* (Gmelin) (KAPATOS, 1989) y la mosca mediterránea de la fruta *Ceratitis capitata* (Wiedemann) cuando se desarrolla en café (WHARTON *et al.*, 2000). Su posición taxonómica se discute actualmente, ya que no está aclarado si forma parte de un complejo de especies, en el que se encuen-

tran también entre otras *Psytalia humilis* (Silvestri) y *Psytalia perproximus* (Silvestri), o si en realidad se trata de una sola especie con mayor número de huéspedes y una distribución más amplia (KIMANI-NJOGU *et al.*, 2001).

Desde hace años este parasitoide se ha utilizado en los países olivareros de Europa para controlar a la mosca del olivo. Los primeros ensayos se dirigieron a lograr su introducción, sin conseguirlo, excepto en casos muy concretos. Posteriormente se ha liberado de forma inundativa en varias ocasiones, obteniéndose resultados irregulares (JIMENEZ *et al.*, 1990; DELRÍO, 1995) por lo que el uso

de insecticidas sigue siendo necesario para controlar a *B. oleae*.

Por otro lado esta especie en estudios comparativos con otros enemigos naturales, demuestra ser muy sensible a los plaguicidas (CROFT, 1990; VOGT, 2000) por lo que puede utilizarse como especie indicadora para detectar productos compatibles con la fauna útil del olivar.

El objetivo de este trabajo es evaluar la toxicidad sobre hembras del parasitoide de la mosca del olivo, *P. concolor*, de varios insecticidas que podrían utilizarse contra las plagas del olivo bien en pulverización cebo o en pulverización convencional, sustituyendo a los productos que se utilizan actualmente.

El insecticida spinosad se utiliza en pulverización cebo contra *C. capitata* en España y se evalúa su uso contra la mosca del olivo (RUIZ *et al.*, 2004); contra esta misma plaga ya se emplea en Estados Unidos (COLLIER y VAN STEENWYK, 2003). También en España, imidacloprid se está probando para el control de *B. oleae*, y las piretrinas naturales mezcladas con rotenona se emplean en olivar ecológico contra esta misma plaga (RUIZ *et al.*, 2004). Fipronil se ha aplicado en programas de erradicación de varias especies de moscas de la fruta en el Pacífico durante los años 1998 a 2000 mezclado con diversos tipos de atrayentes (ALWOOD *et al.*, 2003) y en Estados Unidos se ha ensayado con éxito para el control de varias especies de tefrítidos (STARK y VARGAS, 2005). En cuanto a los insecticidas aplicados en pulverización convencional imidacloprid se utiliza en España para controlar plagas de lepidópteros minadores en cítricos y en frutales, y caolín aunque por el momento sólo se utiliza como barrera física protectora de los cultivos frente al estrés térmico, parece combatir también con eficacia el ataque de las plagas, incluidas las del olivo (ROCA, 2003).

Para comparar los resultados, se utilizan también algunos de los insecticidas con los que se trata habitualmente el olivo en nuestro país: dimetoato, triclorfon y aceite de verano.

MATERIAL Y MÉTODOS

Material biológico. Los ensayos se realizaron con hembras de menos de 48 h de edad, del parasitoide *P. concolor* procedentes de una cría de laboratorio que se realiza desde hace años en la Unidad de Protección de Cultivos de la E.T.S.I.A de Madrid, sobre el huésped *C. capitata*.

Tratamientos en pulverización cebo. Insecticidas: Las formulaciones empleadas fueron, Fipronil (Regente[®], 80% i.a.), Spinosad Cebo (Spintor-Cebo[®], 0,02% i.a.), imidacloprid (Confidor[®] 20 % i.a.) y Piretrinas+PBO (Pelitre Hort[®], 4% i.a. + 16% i.a. respectivamente). Se emplearon además dos insecticidas organofosforados que se utilizan en nuestro país contra la mosca del olivo: Dimetoato (Sistematon[®], 40% i.a.) y Triclorfon (Dipterex 5[®], 5% i.a.), como controles positivos.

Los insecticidas se mezclaron en una proporción de 1:1 con un cebo atrayente de las moscas de la fruta (Biocebo[®], 30% i.a.), excepto spinosad cebo que incluye en la formulación su propio atrayente. Las concentraciones empleadas fueron las máximas recomendadas para su uso: en el cultivo del olivo, en el caso de triclorfon y dimetoato, y para el resto, la recomendada en el cultivo en el que están autorizados. Además se añadieron dos variantes más, una sólo con biocebo (1.500 mg i.a./l) para descartar un posible efecto tóxico en el himenóptero, y otra de agua como control negativo.

Ensayos: En cajas cilíndricas de plástico (12 x 5 cm) con ventilación en las tapas se introdujo agua y comida (levadura de cerveza y azúcar, 1:4), y pequeñas ramas de olivo de 5 a 8 hojas recién cortadas, en las que previamente se habían depositado en el haz, 5 gotas de 5 µl de la solución insecticida correspondiente mezclada con el cebo. Las ramitas de olivo procedían de plantones de la variedad "Cornicabra".

Se emplearon 10 hembras por unidad muestral, un mínimo de cinco repeticiones por variante y un máximo de diez en función



Figura 1. Cajas utilizadas en los ensayos de persistencia que protegen a los olivos de la lluvia.

de los insectos disponibles. Diariamente hasta los tres días después de iniciado el ensayo, se contaba el número de muertos. También se comprobó visualmente que las avispas tenían contacto físico con las gotas depositadas en las hojas de olivo.

Cuando el número de supervivientes lo permitió se estudió la capacidad benéfica de las hembras tratadas. Para ello se separaron dos hembras por repetición desde el quinto día del ensayo, y durante cuatro días consecutivos, una vez aisladas con comida y bebida, se les ofreció durante dos horas, 20 larvas del huésped (JACAS y VIÑUELA, 1994). Se midió el número de adultos de *P. concolor* que emergieron de los huéspedes.

Para aquellos productos en los que la mortalidad respecto del control fue superior o igual al 25% se estudió la persistencia de sus residuos. Para ello se trataron plántones de olivo, con gotas de 5 μ l de los insecticidas y el biocebo sobre el haz de las hojas. Los olivos se encontraban al aire libre, en los cam-

pos de prácticas de la E.T.S.I. Agrónomos, y una vez tratados se protegieron de la lluvia con cajas de techo de madera y paredes de tela de visillo (Figura 1). Pasados 7 y 14 días, se recogieron las ramitas de olivo y se realizaron los ensayos en las condiciones de laboratorio extendido anteriormente descritas.

Tratamientos en pulverización normal.

Insecticidas: Las formulaciones empleadas fueron imidacloprid (Confidor® 20 % i.a.), y caolín (Surround® 95 % i.a.), y como controles positivos el dimetoato (Sistematon®, 40% i.a.) y el aceite de verano (Volck miscible® 83 % i.a.)

Ensayos: Los insecticidas se aplicaron en pequeñas ramas de olivo de 5 a 8 hojas recién cortadas. Se utilizaron pulverizadores manuales, que soltaban 1 ml de producto por golpe, recubriendo las hojas hasta que goteaban y una vez secas se introducían en las mismas cajas que se emplearon en los ensayos de pulverización cebo (Figura 2), de forma que



Figura 2. Ramas tratadas en pulverización normal con caolín.

cubrían la base de la caja (6 ramas por caja). El número de individuos por unidad muestral y de repeticiones por variante fue el mismo que en el caso de los tratamientos cebo. Las concentraciones empleadas fueron las máximas recomendadas para su uso en el cultivo del olivo, o en los cultivos en los que estén autorizados.

Análisis estadístico. Los resultados obtenidos se sometieron al análisis de varianza (ANOVA). Para la separación de medias ($P < 0,05$) se aplicó el test de mínimas diferencias significativas, LSD, utilizando para ello el programa estadístico STATGRAPHICS PLUS (STSC, 1987).

RESULTADOS

Tratamientos en pulverización cebo

En el Cuadro 1 se dan los resultados obtenidos tras la exposición a un residuo fresco de los insecticidas. Fipronil y los organofosforados dimetoato y triclorfon, fueron letales para el parasitoide, ya que a los tres días no hubo supervivientes.

Por el contrario, el número de muertos producido por spinosad, imidacloprid y piretrinas naturales fue muy bajo (< del 10%), equivalente al registrado en el control de agua. El tratamiento con cebo tampoco tuvo efecto tóxico alguno en el parasitoide.

En cuanto a los efectos de spinosad, imidacloprid o de las piretrinas en la capacidad benéfica de *P. concolor*, los porcentajes de los descendientes no fueron distintos de los del tratamiento con agua o con biocebo.

Al exponer a residuos de 7 y 14 días al parasitoide, se observó que fipronil fue el producto más persistente, ya que su toxicidad no varió. En el caso de triclorfon y de dimetoato se produjo una reducción moderada del número de muertos (Cuadro 2).

Tratamientos en pulverización normal

Tras el contacto con el residuo fresco de ramitas de olivo completamente tratadas con los insecticidas, tan solo el insecticida dimetoato resultó tóxico (100 % de mortalidad a los tres días). Imidacloprid, caolín y el aceite mineral no afectaron en ningún grado a la supervivencia y a la descendencia de las hembras tratadas (Cuadro 3).

DISCUSIÓN

Spinosad, imidacloprid y las piretrinas naturales, aplicados en pulverización cebo y a las concentraciones ensayadas han resultado inocuos para el parasitoide *P. concolor*. Sin embargo hay una serie de trabajos que demuestran que estos insecticidas en otros tipos de tratamientos y a concentraciones iguales o mayores a las usadas en nuestros

Cuadro 1. Efectos de la exposición a un residuo fresco de varios insecticidas aplicados en pulverización cebo en hembras de *Psytalia concolor*.

Tratamientos ¹	Concentración mg i.a./l	Mortalidad 3d ²	% descendientes ³
<i>Control</i>	-	6,0 ± 3,1a	31,4 ± 3,0a
<i>Cebo</i>	1.500	4,0 ± 3,1a	29,1 ± 3,7a
<i>Spinosad</i>	20	4,0 ± 2,5a	30,7 ± 5,1a
<i>Piretrina+PBO</i>	80	4,0 ± 2,5a	23,3 ± 4,6a
<i>Imidacloprid</i>	150	8,0 ± 2,0a	35,9 ± 4,8a
<i>Fipronil</i>	40	100 b	-
<i>Dimetoato</i>	3.000	100 b	-
<i>Triclorfon</i>	2.500	100 b	-

¹ Los insecticidas se mezclaron con el cebo excepto en el caso de spinosad. Dentro de la misma columna, datos seguidos por la misma letra no difieren significativamente ($P > 0,05$). ² LSD ($F = 384,7$; $df = 7,47$, $P < 0,001$); ³ LSD ($F = 0,92$; $df = 4,35$, $P = 0,46$).

Cuadro 2. Mortalidad (%) de hembras de *Psytalia concolor* tras su exposición a residuos de 7 y 14 días de varios insecticidas aplicados en pulverización cebo.

Tratamientos ¹	Concentración mg i.a./l	Residuo 7d (Mortalidad 3d) ²	Residuo 14d (Mortalidad 3d) ³
Control	-	8.0 ± 2.0a	2.0 ± 2.0a
Cebo	1.500	2.0 ± 2.0a	2.0 ± 2.0a
Fipronil	40	100c	98.0 ± 2.0c
Triclorfon	2.500	60.0 ± 24.5b	80.0 ± 20.0b
Dimetoato	3.000	82.0 ± 18.0b	80.0 ± 15.5b

¹ Los insecticidas se mezclaron con el cebo excepto en el caso de spinosad. Dentro de la misma columna, datos seguidos por la misma letra no difieren significativamente ($P > 0.05$). ² Kruskal-Wallis ($k=14.9$; $g.l.= 4.20$; $P=0.0048$). ³ Kruskal-Wallis ($k=17.1$; $g.l.=4.20$; $P=0.0018$)

Cuadro 3. Efectos de la exposición a un residuo fresco de varios insecticidas aplicados en pulverización normal en hembras de *Psytalia concolor*.

Tratamientos mg i.a./l	Concentración 3d ¹	Mortalidad	% descendientes ²
Control	-	0 a	53.9 ± 3.6a
Caolín	47.500	2.0 ± 2.0a	54.2 ± 9.0a
Aceite mineral	12.450	0 a	47.8 ± 3.9a
Imidacloprid	150	0a	55.4 ± 4.8a
Dimetoato	600	100 b	-

Dentro de la misma columna, datos seguidos por la misma letra no difieren significativamente ($P > 0.05$). ¹ LSD ($F = 178.12$; $df = 4.20$, $P < 0.001$); ² LSD ($F = 0.41$; $df = 3.26$, $P=0.75$)

ensayos, resultan muy tóxicos para este himenóptero. En el trabajo realizado por VIÑUELA *et al.* (2001), spinosad (Spintor[®]) en aplicación tópica, por ingestión y residualmente, a una concentración de 120 mg i.a./l, sobre hembras de *P. concolor* y en condiciones de laboratorio, produjo una mortalidad del 100 % en las primeras 24 horas del tratamiento. También este producto afectó de forma severa a la emergencia de los adultos cuando las avispas parasitaron huéspedes tratados. La toxicidad de spinosad en estos ensayos fue comparable a la obtenida con los organofosforados malatión y triclorfón, productos que actualmente se usan en el control de diversos tefrítidos, como *C. capitata* o *B. oleae* (GONZÁLEZ, 1998).

En el caso de las piretrinas naturales + PBO, ZAPATA *et al.* (2005), los ensayos de laboratorio vía residual, tópico o por ingestión en bebedero y a una concentración igual a la usada por nosotros, indican que este

insecticida tiene un importante efecto de choque, ya que la longevidad media de *P. concolor* fue inferior a un día. Imidacloprid (a la misma concentración) también es moderadamente tóxico para las hembras de *P. concolor* aplicado por ingestión y residualmente (ABDALLAHI, 2004).

La ausencia de toxicidad de estos tres insecticidas para las hembras de *P. concolor*, en este trabajo, no debe atribuirse por tanto, a una falta de toxicidad intrínseca de los productos en el himenóptero, sino a un ejemplo de selectividad ecológica, en el que la compatibilidad con el enemigo natural, se logra por la forma de aplicación y/o por la concentración utilizadas. Los cebos empleados en este ensayo son sustancias ricas en proteínas, que atraen a tefrítidos adultos, los cuales ingieren cebo junto con una dosis tóxica de insecticida. La atracción a las gotas de insecticida-cebo permite una disminución de la superficie tratada en los cultivos, comparado

con la cantidad de insecticida que reciben en aplicaciones convencionales. Al mismo tiempo, este tipo de cebo proteínico no parece ser atractivo para los himenópteros (BURNS *et al.*, 2001; VARGAS *et al.*, 2001). MAZOR *et al.* (2003) han comprobado que mientras las moscas de la fruta se ven atraídas por estímulos olfativos de amoníaco que emite el cebo al degradarse, *Apis mellifera* L., utiliza pistas visuales y olfativas diferentes al amoníaco.

Por el contrario, fipronil aplicado en formulación cebo mata rápidamente al total de la población tratada, con una toxicidad comparable a la de los organofosforados, pero aplicado a una concentración (40 mg i.a./l) mucho menor que la de estos (3.000 y 2.500 mg i.a./l). También por ingestión y residualmente, como cabía esperar, este insecticida fue tóxico para las hembras de *P. concolor* (ABDALLAHI *et al.*; 2000, ABDALLAHI, 2004). Se trata además de un producto de larga actividad residual, ya que a los 14 días su efecto letal no se redujo. La razón de esta persistencia puede deberse a que fipronil al degradarse produce varios metabolitos con actividad insecticida algunos de ellos más tóxicos y persistentes que el compuesto original (HAINZL *et al.*, 1998).

La exposición a los residuos frescos de imidacloprid al tratar por pulverización normal las ramas de olivo resultó inocua para *P. concolor* al igual que cuando se aplicó con cebo. Tampoco en un ensayo en laboratorio similar al nuestro, utilizando la misma dosis,

mediante pulverización total de plantas de *Cucumis sativus* L., se observó una mortalidad importante, aunque si una pérdida de actividad que se prolongó durante unas horas, fenómeno que no observamos en nuestro caso (INCERTI *et al.*, 2003).

El caolín es un producto que actúa físicamente, sea como repelente o interfiriendo en las capacidades visual y táctil de la plaga (ROCA, 2003). *P. concolor*, en contacto con el producto, no manifestó actitudes extrañas; esto es coherente porque no se alimenta directamente de la planta, y su capacidad reproductiva tampoco se alteró, puesto que no parasitaron a través de una superficie cubierta de caolín, ya que sí se ha observado que los parasitoides *Aphytis melinus* DeBach (Hymenoptera: Aphelinidae) y *Comperiella bifasciata* Howard (Hymenoptera: Encyrtidae) no son capaces de reconocer a sus huéspedes, homópteros de la familia Diaspididae, a través del caolín (GRAFTON-CARDWELL y REAGAN, 2003).

El aceite mineral tampoco influyó ni en la mortalidad ni en la reproducción. Esto coincide con los datos de mortalidad obtenidos por STANSLY y LIU (1997), que observaron como al exponer al parasitoide *Encarsia pergandella* Howard (Hymenoptera: Aphelinidae) a residuos de hojas de *Ipomea batata* (Linnaeus), tratadas mediante pulverización, el aceite mineral Sunspray® no mostraba diferencias significativas respecto del control, concluyendo que en campo este producto sería probablemente inocuo para el parasitoide.

ABSTRACT

ADÁN A., T. GONZÁLEZ, R. BASTANTE, F. BUDIA, P. MEDINA, P. DEL ESTAL, E. VIÑUELA. 2007. Effects of several insecticides on *Psytalia concolor* (Szépligeti) (Hymenoptera: Braconidae) under extended-laboratory conditions. *Bol. San. Veg. Plagas*, **33**: 391-398.

Toxicity studies using eight insecticides were conducted on females of the olive fruit fly parasitoid, *Psytalia concolor*. Spinosad, imidacloprid, pyrethrins + PBO and fipronil were applied as a bait formulation and Kaolín, mineral oils and imidacloprid as a normal spray. Dimethoate and trichlorfon were used as positive controls.

Fresh residues of spinosad bait, imidacloprid, and pyrethrins + PBO neither caused mortality during the three days scored nor reduced wasp beneficial capacity. On the contrary, fipronil, dimethoate and trichlorfon killed all insects, 72 hours after treatment. 7 and 14 days old residues still killed a high percentage of the treated insects.

Fresh residues of Kaolin, imidacloprid and mineral oils normally sprayed did not cause negative effects on the parasitoids, whereas dimethoate, used as positive standard, was again toxic (100 % mortality at day 3).

Key words: Side-effects, bait formulation, spray, persistence.

REFERENCIAS

ABDALLAHI E., ADÁN A., VIÑUELA E. 2000. Estudio de la actividad de piriproxifen y fipronil sobre *Opius concolor* Szépligeti (Hymenoptera: Braconidae) y su huésped de sustitución *Ceratitidis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) *Bol. San.Veg. Plagas*, **26**: 503-511.

ABDALLAHI E., 2004. "Evaluación de modernos plaguicidas en el complejo *Ceratitidis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) y *Psytalia concolor* Szépligeti (Hymenoptera: Braconidae)". Tesis doctoral ETSI Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid. 156 pp.

ALWOOD A. J., VUETI E. T., LEBLANC L., BULL R. 2003. Eradication of introduced *Bactrocera* species (Diptera: Tephritidae) in Nauru using male annihilation and protein bait application techniques. En "Turning the tide: the eradication of invasive species". *Proceedings of the International Conference on eradication of island invasive species*. Veitch C.R., Clout M.N. (eds). Gland, Switzerland. 19-25 pp.

BURNS R. E., HARRIS D. L., MORENO D., EGER J. E. 2001. Efficacy of spinosad bait sprays to control mediterranean and caribbean fruit flies (Diptera: Tephritidae) in commercial citrus in Florida. *Florida Entomologist*, **84**: 672-678.

COLLIER T. R., VAN STEENWYK R. A., 2003. Prospects for integrated control of olive fruit fly are promising in California. *California Agriculture*, **57**: 28-30.

CROFT, B. A. 1990. *Arthropod biological control agents and pesticides*. Wiley and Sons (eds). New York. 723 pp.

DELRIO, G. 1995. Controllo integrato dei fitofagi dell'olivo. *Informatore Fitopatologico*, **12**: 9-15.

GONZÁLEZ M., 1998. Uso conjunto de plaguicidas y enemigos naturales en el olivar: Optimización del manejo de *Opius concolor* Szépligeti, parasitoide de la mosca del olivo. *Bactrocera oleae* (Gmelin). Tesis doctoral. E.T.S.I. Agrónomos. U.P.M. 175 pp.

GRAFTON-CARDWELL B., REAGAN C. 2003. Surround use in citrus increases California red scale. *KAC Plant Protection Quarterfly*, **13** (3): 5-6.

HAINZL D., COLE L. M., CASIDA J. E. 1998. Mechanisms for selective toxicity of fipronil insecticide and its sulfone metabolite and desulfanyl photoproduct. *Chemical Research in Toxicology*, **11**: 1529-1535.

INCERTI F., BORTOLOTTI L., PORRINI C., SBRENN A. M., SBRENN G. 2003. An extended laboratory test to evaluate the effects of pesticides on bumblebees. Preliminary results. *Bulletin of Insectology*, **56** (1): 159-154.

JACAS, J. A., VIÑUELA, E. 1994. Analysis of a Laboratory method to test the effects of pesticides on adults females of *Opius concolor* (Hym., Braconidae), a parasitoid of olive fruit fly, *Bactrocera oleae* (Dip., Tephritidae) *Biocontrol Science and Technology*, **4**: 147-154.

JIMENEZ A., CASTILLO E., LORITE P. 1990. Supervivencia del himenóptero braconídeo *Opius concolor* parasito de *Dacus oleae* en olivares de Jaén. *Bol. San.. Veg. Plagas*, **16**: 97-103

KAPATOS E. T. 1989. Control integrated pest management systems of *Dacus oleae*. En: Robinson A.S. y Hooper G. (eds), *Fruit Flies: their biology, natural enemies and control*. *World Crop Pest*, **3B**, 391-398. Elsevier, Amsterdam.

KIMANI-NIOGU S. W., TROSTLE M. K., WHARTON R. A., WOOLLEY J. B., RASPI A. 2001. Biosystematics of the *Psytalia concolor* Species Complex (Hymenoptera: Braconidae: Opiinae). The identify of populations attacking *Ceratitidis capitata* (Diptera: Tephritidae) in coffee in Kenya. *Biological Control*, **20**: 167-174.

MAZOR M., GAZIT S., REUVEN G., EFRAT H. 2003. Unattractiveness of three commercial proteinaceous fruit fly baits to honey bees. *Crop Protection*, **22**: 995-997.

ROCA DE LA, M. 2003. Surround[®] Crop Protectant: La capa protectora natural para cultivos como el olivar. *Phytoma España*, **148**: 82-85

RUÍZ M., MADUEÑO C., MONTIEL A. 2004. Efectividad de tratamientos cebo terrestres con Spinosad e Imidacloprid contra la Mosca del olivo (*Bactrocera oleae*, Gmel., Diptera: Tephritidae). Resultados preliminares. *Bol. San.. Veg. Plagas*, **30**: 415-425

STANSLY P. A., LIU T. X. 1997. Selectivity of insecticides to *Encarsia pergandiella* (Hymenoptera: Aphelinidae), an endoparasitoid of *Bemisia argentifolii* (Hemiptera: Aleyrodidae). *Bulletin of Entomological Research*, **87**: 525-531.

STARK J. D., VARGAS R. I. 2005. Toxicity and hazard assessment of fipronil to *Daphnia pulex*. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, **62**: 11-16.

STSC 1987. *Statgraphics user's guide*. Graphic Software System STSC Rockville, MD, USA.

VARGAS R. I., PECK S. L., MCQUATE G. R., JACKSON G., STRK J. D., ARMSTRONG J. W. 2001. Potential for areawide integrated management of Mediterranean Fruit Fly (Diptera: Tephritidae) with a Braconid Parasitoid and a Novel Bait Spray. *Journal of Economic Entomology*, **94**(4): 817-825

VIÑUELA E., MEDINA P., SCHNEIDER M., GONZÁLEZ M., BUDIA F., ADÁN A., DEL ESTAL P. 2001. Comparison of side-effects of spinosad, tebufenozide and azadirachtin on the predators *Chrysoperla carnea* and *Podisus maculiventris* and the parasitoids *Opius concolor* and *Hyposoter didymator* under laboratory conditions. *IOBC/wprs Bulletin*, **24** (4): 25-34.

- VOGT H. 2000. Sensitivity of non-target arthropod species to plant protection products according to laboratory results of the IOBC WG: Pesticides and Beneficial Organisms. *IOBC/wprs Bulletin*, **23** (9): 3-15.
- WHARTON R. A., TROSTLE M. K., MESSING R. H., COPELAND R. S., KIMANI NJOGU S. W., LUX S., OVERHOLT W. A., MOHAMED S., SIVINSKI J. 2000. Parasitoids of medfly and related tephritids in Kenyan coffee: a predominantly koinobiont assemblage. *Bulletin of Entomological Research*, **90**: 517-526.
- ZAPATA N., MEDINA P., VIÑUELA E., BUDIA F. 2005. Toxicidad de malation, pimetrocina, piretrinas naturales+PBO y triflumuron en adultos del parasitoide *Psytalia concolor* (Szépligeti) (Hym: Braconidae) según el modo de aplicación. *Bol. San., Veg. Plagas*, **31** (1): 111-118.

(Recepción: 6 febrero 2006)

(Aceptación: 4 julio 2007)

Comparación de cuatro tipos de mosqueros comerciales de captura de hembras y machos de *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae)

A. ALONSO MUÑOZ, F. GARCÍA MARÍ

Se han ensayado cuatro tipos de mosqueros comerciales atrayentes de *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) para comparar su eficacia y actividad. Para ello, entre julio y noviembre de 2006 se realizaron tres ensayos en otras tantas parcelas de la isla de Ibiza, una de melocotonero y dos de cítricos. En cada ensayo se dispusieron tres grupos de cada una de las cuatro trampas a comparar, que se muestrearon semanalmente durante cuatro meses. El total de moscas capturadas fue de 63.531 en el conjunto de los tres ensayos, con una media de capturas global de $110,6 \pm 5,6$ moscas por trampa y semana. El número medio de moscas capturadas fue muy superior en las trampas Probodelt y Suterra, alrededor de 160 moscas por mosquero y semana, respecto a las otras dos trampas, Biobest y Econex, que capturaron cerca de 60. Las capturas medias en las dos mejores trampas, Probodelt y Suterra, fueron muy similares, pero la persistencia de acción de Suterra durante los 120 días de duración de las experiencias fue algo menor que la de Probodelt. La proporción de hembras fue muy parecida en las cuatro trampas, oscilando entre el 70,2 y 73,7%. Se observó la presencia de moscas vivas en mayor proporción en los mosqueros de Biobest y Suterra. Por otra parte, en una parcela observamos la presencia de hormigas en el interior de las trampas en los cuatro tipos de mosquero, pero con mayor frecuencia en Suterra.

A. ALONSO MUÑOZ, F. GARCÍA MARÍ. Instituto Agroforestal Mediterráneo. Universidad Politécnica de Valencia. 46022-Valencia. fgarciam@eaf.upv.es.

Palabras clave: trampas, atrayentes, cítricos, melocotonero, hormigas.

INTRODUCCIÓN

Desde hace muchos años se emplean diversos tipos de mosqueros para la captura de adultos del díptero tefrítido *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) a fin de evaluar su abundancia y conocer la evolución estacional de sus poblaciones. Los mosqueros constan de una trampa o soporte especialmente construido para permitir la entrada de los insectos evitando que escapen y de una sustancia atrayente. A ello suele adicionarse cuando es posible un insecticida de acción de choque en el interior de la trampa (BODENHEIMER, 1951; ALUJA, 1993).

En relación con los atrayentes, a mediados del pasado siglo se sintetizaron atrayentes sexuales de *C. capitata*, siendo el más conocido la paraferomona Trimedlure (BEROZA *et al.*, 1961), que se emplea en todo el mundo para el seguimiento y evaluación de poblaciones de la mosca de la fruta. Captura casi exclusivamente machos (LLORENS y LLORENS, 2002a) y tiene un gran poder de atracción. Como atrayente alimenticio se han empleado tradicionalmente proteínas hidrolizadas líquidas de origen natural como Buminal o Nulure, que atraen a ambos sexos, generalmente a hembras en mayor proporción (GALUN *et al.*,

1985), obteniéndose con ellas niveles de capturas muy inferiores a las obtenidas con el Trimedlure. En la década de 1990 se inició la comercialización de atrayentes alimenticios a base de proteínas secas de origen sintético con mayor capacidad de atracción y facilidad de empleo, destacando entre ellas el Tri-pack, formado por la mezcla de tres componentes, putrescina, trimetilamina y acetato amónico (HEATH *et al.*, 1997; EPSKY *et al.*, 1999).

Como soporte se empleó inicialmente desde principios del siglo XX el denominado mosquero McPhail de cristal (NEWELL, 1936; STEYSKAL, 1977). Posteriormente se han desarrollado multitud de modelos basados en el diseño McPhail, pero fabricados en plástico, como Tephri-trap o Probodelt. Se han empleado también otros tipos de soportes, como las trampas Fru-tect, Jackson, Nadel y muchas otras (WARTHEN *et al.*, 1997; GAZIT *et al.*, 1998; ALONSO MUÑOZ *et al.*, 2002; LLORENS y LLORENS, 2002b).

En los últimos años se han realizado en nuestro país múltiples ensayos comparativos de diversos tipos de trampas y atrayentes comercializados por diversas compañías comerciales (ROS y CASTILLO, 1994; ROS *et al.*, 1997a; ROS *et al.*, 1997b; ROS *et al.*, 1999; ALONSO MUÑOZ y GARCÍA MARÍ, 2003; PORTA *et al.*, 2004; LUCAS ESPADA y HERMOSILLA CERÓN, 2005; BARDI ZARAGOZA

et al., 2005; VINACHES GOMIS y LLORENS CLIMENT, 2005; NAVARRO *et al.*, 2006; LUCAS ESPADA *et al.*, 2006). Los resultados de estos ensayos son en general variables y en ocasiones contradictorios, debido posiblemente a que las eficacias pueden cambiar en función de las condiciones en que se realiza la experiencia, como la abundancia poblacional o el clima. Otro factor que contribuye a la variabilidad observada es el hecho de que las empresas introducen anualmente ligeros cambios en la estructura de las trampas o en la composición y diseños del difusor de los atrayentes, intentando mejorar su eficacia.

Con objeto de establecer en la isla de Ibiza un sistema de monitoreo y seguimiento de poblaciones de *C. capitata*, así como parcelas experimentales de control mediante captura masiva (ALONSO MUÑOZ y CARDEÑOSO HERRERO, 2006), se planteó la necesidad de comparar diversos mosqueros comerciales en 2006 para evaluar su eficacia y actividad. En concreto se eligieron cuatro tipos de mosqueros comercializados por otras tantas empresas. Cada mosquero constaba de un soporte, un atrayente y un insecticida. El objetivo era comparar su eficacia de captura, determinar la proporción de sexos de los individuos capturados y evaluar la persistencia de acción de cada uno de ellos, buscando la mejor combinación trampa-atrayente del mercado para las condiciones de la isla.

Cuadro 1. Características de las trampas, atrayentes e insecticidas de que constaban los cuatro tipos de mosqueros comparados.

Empresa	Trampa	Atrayente	Insecticida
Probodelt	Maxitrap MU	Ferag CC D TM	Ferag ID TM
	9901125	Compacto (*)	(Diclorvos 400 mgr)
Suterra	Maxitrap MU	Biolure MedFly	Diclorvos
	9901125	(**)	3,2 gr al 17%
Biobest	McPhail-2006	Tripack-2006	Diclorvos
		TCB. (Cebo A+I)	3,2 gr al 17%
Econex	Eostrap-invaginada	Tri-pack 4	Diclorvos
			1,5 gr al 20%

(*) SEDQ. (Acetato amónico 44%, trimetilamina 4% y diaminoalcano 0.2%).

(**) Agrisense-Suterra+. (FFA+FFT+FFP).

MATERIAL Y MÉTODOS

Las descripciones técnicas de los cuatro mosqueros comparados se indican en el cuadro 1. Los cuatro soportes son del tipo McPhail, aunque difieren en sus dimensiones, forma, color y otras características. Los atrayentes están todos basados en la mezcla de los tres componentes de las proteínas secas, aunque los difusores son distintos (Figuras 4 a 7).

Se eligieron tres parcelas separadas por más de 10 km entre sí, dos de ellas en el término municipal de Santa Eularia y una en San Antonio. Una, denominada Ca Na Masiana, era de melocotonero, y las otras dos, denominadas Can Marines y Cas Mallorquí, de cítricos. Eran parcelas comerciales productivas en las que no se realizaron tratamientos con plaguicidas durante todo el periodo del ensayo. Se repitió el mismo diseño experimental en las tres parcelas. Para el ensayo se siguió el

protocolo recomendado por el grupo de trabajo de cítricos del Ministerio de Agricultura y las Comunidades Autónomas. En cada parcela se realizó un diseño en bloques al azar, con tres repeticiones, de forma que se colocaron tres grupos de cuatro trampas cada uno, las cuatro trampas a comparar. Cada grupo correspondía a un bloque y estaba separado de los demás por al menos 50 metros. Dentro de cada grupo, las trampas estaban separadas entre sí por al menos 20 metros y se iban cambiando de posición después de cada muestreo, de modo que después de cuatro muestreos todas las trampas habían ocupado todas las posiciones posibles. La periodicidad de muestreo fue semanal y el ensayo completo se prolongó durante 16 semanas, de forma que las trampas realizaron cuatro vueltas completas a los puntos de muestreo. Los ensayos se iniciaron en las tres parcelas simultáneamente el 27 de julio, concluyéndose el 16 de noviembre. El conteo semanal se realizó en el campo



Figura 4. Hembra adulta de *Ceratitis capitata*.



Figura 5. Mosquero Econex.



Figura 6. Detalle de trampa y atrayentes Biobest.



Figura 7. Trampa Maxitrap empleada en los mosqueros Probedelt y Suterra.

apuntando el número de machos y hembras muertos que se encontraban en cada trampa. Se anotó también eventualmente la presencia de moscas vivas y de hormigas en las trampas.

Se realizó un análisis de varianza multifactorial al número medio de moscas capturadas por cada trampa y semana a lo largo de los cuatro meses del ensayo, previa transformación logarítmica de dicho valor. Se consideraron los factores parcela, a tres niveles (las tres parcelas), trampa, a cuatro niveles (los cuatro tipos de trampas), y sexo, a dos niveles (machos y hembras). Se realizaron además análisis de varianza unifactoriales para comparar entre los cuatro tipos de trampas la media semanal de capturas dentro de cada parcela, el porcentaje de mosqueros con moscas vivas y el porcentaje de mosqueros con hormigas. Para los análisis los valores medios semanales de capturas se transformaron con $\log(x+1)$ y los porcentajes con la transformación angular de Bliss. En todos los casos las medias se compararon con un test de mínima diferencia significativa (MDS) al nivel del 95%.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El nivel poblacional fue elevado y se mantuvo en niveles variables pero siempre relativamente altos a lo largo de los cuatro meses de los ensayos en las tres parcelas (Figura 1), aunque en la parcela Cas Mallorca fue inferior a las otras dos. La evolución estacional de la abundancia fue también similar en las tres parcelas, con el máximo poblacional en septiembre, manteniéndose poblaciones bastante elevadas a lo largo de los cuatro meses del periodo de ensayo, excepto en los últimos muestreos de la parcela Can Marines. El total de moscas capturadas fue de 63.531 en el conjunto de los tres ensayos, con una media de moscas capturadas por trampa y semana de $52,4 \pm 5,5$ en Cas Mallorca, $116,2 \pm 10,8$ en Ca Na Masiana y $162,2 \pm 10,2$ en Can Marines, lo que representa una media global de capturas en los tres ensayos de $110,6 \pm 5,6$ moscas por trampa y semana.

Cuadro 2. Eficacia de capturas y otros parámetros determinados en la comparación de los cuatro tipos de mosqueros.

Mosquero	Nº moscas por trampa y semana	% hembras	% muestreos con moscas vivas	% muestreos con hormigas
Probodelt	168.1 ± 14,1 a	73	4,9 ± 1,8 b	6,9 ± 4,2 ab
Suterra	152,9 ± 13,5 a	73,7	22,2 ± 5,7 a	10,4 ± 6,4 a
Biobest	60,6 ± 5,2 b	71,8	25,7 ± 6,8 a	6,9 ± 5,9 ab
Econex	59,6 ± 4,9 b	70,2	4,2 ± 1,2 b	4,2 ± 4,2 b

El análisis de varianza multifactorial revela que la interacción es poco importante comparada con los tres efectos principales, parcela, tipo de trampa y sexo, y que dichos efectos principales son los tres altamente significativos. Por ello comparamos cada uno de los niveles en cada factor por separado. El número medio de moscas capturadas fue muy superior en Probodelt y Suterra (alrededor de 160 moscas por mosquero y semana), respecto a las otras dos trampas Biobest y Econex, que capturan aproximadamente 60 (Cuadro

2). Las capturas medias en las dos mejores trampas, Probodelt y Suterra, son muy similares entre sí y no existen diferencias significativas entre ellas, así como tampoco entre las otras dos trampas en que el nivel de capturas fue inferior, Biobest y Econex. Estas últimas capturan en conjunto alrededor del 37% de los niveles de capturas obtenidos con las primeras. Este resultado es muy consistente ya que se observa de forma similar al analizar cada una de las tres parcelas de ensayo por separado (Figura 2). Las trampas cap-

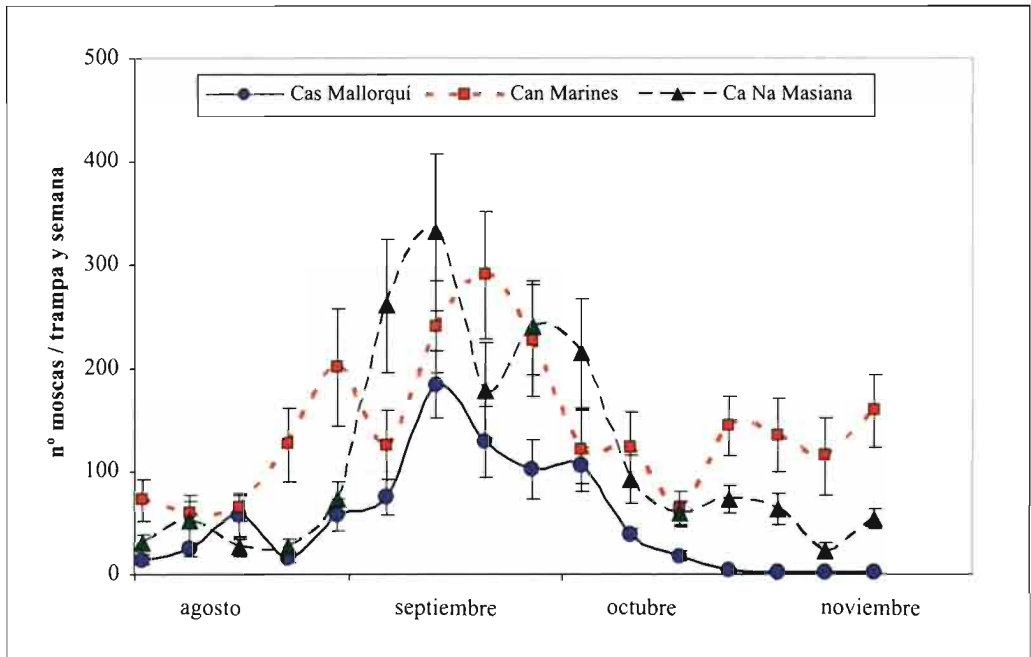


Figura 1. Evolución estacional de la abundancia de capturas de *C. capitata* en las tres parcelas a lo largo del periodo en que se realizaron las experiencias. La barra representa el error estándar.

turan significativamente más hembras que machos y la proporción de hembras es muy parecida en las cuatro trampas ensayadas, oscilando entre el 70,2 y 73,7% (Cuadro 2).

En relación con observaciones adicionales, en algunos casos se observaron moscas vivas dentro de las trampas, aunque sus niveles de captura no son comparables con los de moscas muertas. Estas moscas vivas no se contabilizaron a la hora de evaluar la eficacia ya que podían escapar y por tanto no las consideramos como efectivamente capturadas.

La presencia de moscas vivas se observó en los cuatro mosqueros, pero fue mucho mayor en los mosqueros de Biobest y Suterra. En estas dos trampas el porcentaje de muestreos con moscas vivas fue del orden de cinco veces mayor que en las otras dos (Cuadro 2). Ello puede ser debido a la menor eficacia y/o persistencia del insecticida diclorvos colocado en las trampas y consideramos que resta eficacia al mosquero.

Por otra parte observamos la presencia de hormigas en el interior de las trampas, sobre

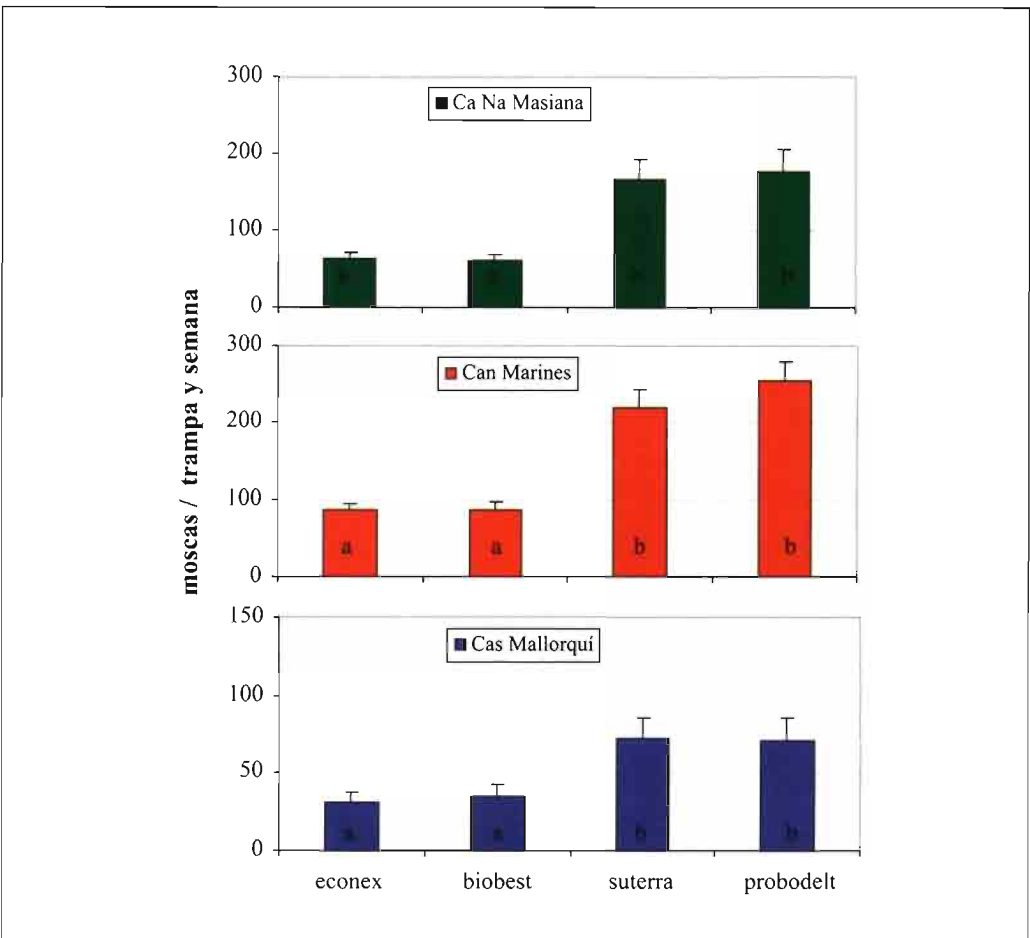


Figura 2. Media de capturas de adultos de *C. capitata* en las tres parcelas de ensayo para los cuatro tipos de mosqueros comparados. Dentro de la misma parcelas, valores con letra común no difieren (ANOVA y test MDS. $P < 0.05$). La barra representa el error estándar.

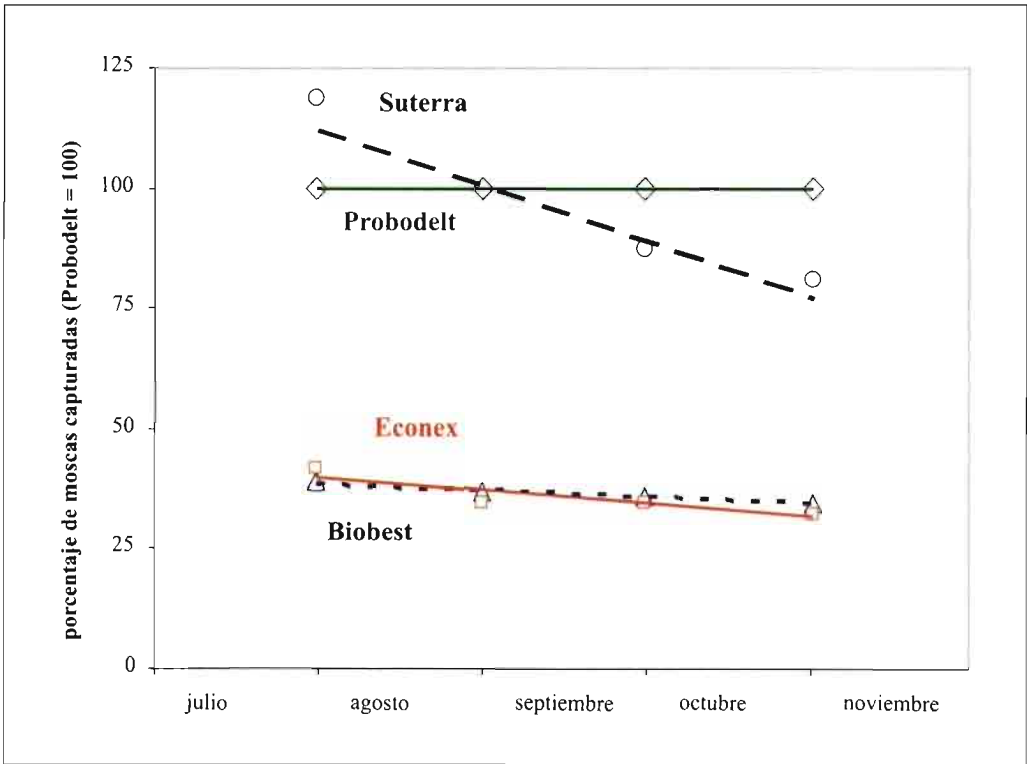


Figura 3. Comparación de la eficacia relativa de capturas de adultos de *Ceratitis capitata* en los cuatro tipos de mosqueros a lo largo de los cuatro meses de la experiencia. Se ha considerado como valor 100 el mosquero Probodelt, que fue el que en promedio mostró mayor nivel de capturas. Datos conjuntos de las tres experiencias realizadas.

todo en la parcela de Can Marines. La proporción de muestreos en que se observaron hormigas en el interior de las trampas osciló en promedio para cada uno de los cuatro tipos de mosquero entre un máximo del 10,4% en Suterra hasta un mínimo del 4,2% en Econex (Cuadro 2). Las hormigas se llevan las moscas muertas a sus hormigueros y por tanto su presencia indica que el número de moscas realmente capturadas puede ser superior al que se contó, aunque creemos que ello ha influido poco en los resultados de este ensayo.

Al comparar la evolución con el tiempo de la proporción relativa de capturas entre los cuatro tipos de trampas, vemos que en el primer mes de la experiencia Suterra captura algo más que Probodelt, pero sus capturas

son inferiores en los tres meses posteriores (Figura 3). Ello revela que la persistencia de acción de Suterra es algo menor que la de Probodelt a lo largo de los 120 días de duración de las experiencias. Las dos trampas con menores capturas, Biobest y Econex, muestran rendimientos (capacidades de emisión del difusor) inferiores en proporción similar a lo largo de todo el periodo de muestreo.

Otro aspecto de interés cuando se pretende instalar un gran número de mosqueros es el relativo al uso y manejo de sus diversos componentes. Según nuestras observaciones el mosquero de Probodelt es ligeramente más favorable en este aspecto que los restantes por ser tanto el atrayente como el diclorvos emisores compactos que se activan simplemente al sacarlo de su envase. El atrayen-

te de Suterra resulta por el contrario el menos favorable de los cuatro por las dificultades en su manejo.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Fernando Robredo, Matilde Cardeñoso, Raquel, Laura, Ester, Javier y José Marcos por su colaboración en la colocación de los mosqueros y en el mues-

treo. A AgroEivissa Soc. Coop. por el apoyo y ayuda prestados. A las empresas Biobest, Econex, Probodelt y Suterra, por la cesión de material necesario para los ensayos. Nuestro reconocimiento en especial al Consell Insular d'Eivissa i Formentera y al grupo LEADER+ por la financiación de este trabajo con cargo al presupuesto de los proyectos nº 55/2006 y nº 3.105.613 respectivamente.

ABSTRACT

ALONSO MUÑOZ A., F. GARCÍA MARÍ. 2007. Comparison of four commercial trap types to capture females and males of *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae). *Bol. San. Veg. Plagas*, **33**: 399-407.

Four commercial types of traps to lure *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) have been compared for their efficacy and activity. Between July and November, 2006, trials were performed in three commercial plantations of the Ibiza Island, two of citrus and one of peaches. On each trial there were three groups of each of the four types of traps, which were sampled weekly along four months. The total number of flies captured in the three trials was 63,531, with an overall mean value of 110.6 ± 5.6 flies per trap and week. The average number of flies captured was much higher in the Probodelt and Suterra traps, with about 160 flies per trap and week, compared with the other two types, Biobest and Econex, which averaged less than 60 flies per trap and week. The number of flies captured in the two best traps, Probodelt and Suterra, was very similar, but the persistence of action of the Suterra trap along the 120 days of the trial was slightly lower than with the Probodelt trap. The proportion of females was very similar in the four types of trap, ranging from 70.2 to 73.7%. The presence of alive flies was higher in the Biobest and Suterra traps. Else, in one orchard ants were observed inside the four types of traps, but more frequently in Suterra.

Key words: traps, attractants, citrus, peaches, ants.

REFERENCIAS

- ALONSO MUÑOZ, A., GARCÍA MARÍ, F. 2003. Evolución estacional a lo largo del año de *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) y comparación de diversos tipos de mosqueros. *Levante Agrícola*, **368**: 384-390.
- ALONSO MUÑOZ, A., CARDEÑOSO HERRERO, M. 2006. La mosca del Mediterráneo. *Món Rural d'Eivissa i Formentera. La revista de la Fira del camp*, nº 4: 20-21.
- ALONSO MUÑOZ, D., SOLER, J. M., GARCÍA MARÍ, F., BORREANI, R. 2002. Un nuevo método de control de la mosca de la fruta *Ceratitis capitata* Wied. en el cultivo de los cítricos. *Fructect* ®. *Levante Agrícola*, **360**: 195-203.
- ALUJA, M. 1993. Manejo integrado de la mosca de la fruta. Ed. Trillas. México. 251 pp.
- BARDI ZARAGOZA, E., BOADA AIGUADÉ, I., FERRER TENA, S., GALIMANY SALONI, G., MATAMOROS VALLS, E., PORTA FERRÉ, J., REVERTÉ FOLQUÉ, T., TOMÁS TOMÁS, A. 2005. Ensayo de eficacia de diferentes tipos de atrayentes para captura de *Ceratitis capitata* Wied. en el cultivo de cítricos. Informe de la reunión del grupo de trabajo de cítricos y subtropicales. Pág. 51. En: Reuniones anuales de los grupos de trabajo fitosanitarios 2005. Ed. MAPA, Madrid, ISBN: 84-491-0735-0.
- BEROZA, M., GREEN, N., GERTLER, S. I., STEINER, L. F., MIYASHITA, D. H. 1961. Insect attractants for the Mediterranean fruit fly. *J. Agric. Food Chem.*, **9**: 361-365.
- BODENHEIMER, F. S. 1951. Citrus entomology in the middle East. W. Junk. The Hage, Netherlands. pp. 87-160.
- EPSKY, N. D., HENDRICH, J., KATSOYANNOS, B. I., VASQUÉZ, L. A., ROS, J. P., ZÜMREOGLU, A., PEREIRA, R., BAKRI, A., SEEWORUTHUN, S. I., HEATH, R.R. 1999. Field evaluation of female-targeted trapping systems for *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) in seven countries. *J. Econ. Entomol.*, **92**: 156-164.

- GAZIT, Y., RÖSSLER, Y., EPSKY, N.D., HEATH, R.R. 1998. Trapping females of the Mediterranean fruit fly (Diptera; Tephritidae) in Israel: comparison of lures and trap type. *J. Econ. Entomol.*, **91**:1355-1359.
- GALUN, R., GOTHILF, S., BLONDHEIN, S., SHARP, J. L., MAZOR, M., LACHMAN, A. 1985. Comparison of aggregation and feeding responses by normal and irradiated fruit flies, *Ceratitis capitata* and *Anastrepha suspensa* (Diptera: Tephritidae). *Environ. Entomol.*, **14** (6): 726-732.
- HEATH, R. R., EPSKY, N. D., GUZMÁN, A., RIZZO, J., JERÓNIMO, F. 1997. Adding methyl-substituted ammonia derivatives to a food-based synthetic attractant on capture of the mediterranean and mexican fruit flies (Diptera: Tephritidae). *J. Econ. Entomol.*, **90**: 1584-1589.
- LLORENS, J. M., LLORENS, S. J. 2002a. Consideraciones sobre la mosca del mediterráneo (*Ceratitis capitata* Wied.). *Phytoma España*, **138**: 46-49.
- LLORENS, J. M., LLORENS, S. J. 2002b. Diferentes tipos de trampas utilizadas para capturar adultos de mosca del mediterráneo (*Ceratitis capitata* Wied.). *Levante Agrícola*, **360**: 165-176.
- LUCAS ESPADA, A., HERMOSILLA CERÓN, A. 2005. Ensayo de diferentes trampas y cebos para el control de vuelo de adultos de *Ceratitis* en cítricos. 2004. Informe de la reunión del grupo de trabajo de cítricos y subtropicales. Pág. 51. En: Reuniones anuales de los grupos de trabajo fitosanitarios 2005. Ed. MAPA, Madrid, ISBN: 84-491-0735-0.
- LUCAS ESPADA, A., FUENTES BLANC, F., HERMOSILLA CERÓN, A. 2006. Evaluación de la eficacia de captura de adultos de mosca de la fruta (*Ceratitis capitata*) de diversos mosqueros y cebos con y sin insecticida. *Agrícola Vergel*, junio: 298-302.
- NAVARRO LLOPIS, V., ALFARO LASSALA, F., DOMÍNGUEZ RUÍZ, J. 2006. Estudio de la eficacia de los diferentes tipos de mosqueros y atrayentes utilizados para el control de la mosca del Mediterráneo *Ceratitis capitata* (Wiedemann). Informe de la reunión del grupo de trabajo de cítricos y subtropicales. En: Reuniones anuales de los grupos de trabajo fitosanitarios 2006. Ed. M^o Agricultura, Madrid. En prensa.
- NEWELL, W. 1936. Progress report on the Key West (Florida) fruit fly eradication project. *J. Econ. Entomol.*, **29**: 116-120.
- PORTA, J., MATAMOROS, E., GALIMANY, G., TOMÁS, A., REVERTE, A., SEGURA, B. 2004. Ensayo de eficacia de capturas de diferentes tipos de mosqueros de *Ceratitis capitata* Wied. en el cultivo de cítricos. Informe de la reunión del grupo de trabajo de cítricos y subtropicales. Pág. 48. En: Reuniones anuales de los grupos de trabajo fitosanitarios 2004. Ed. M^o Agricultura, Madrid, ISBN: 84-491-0674-5.
- ROS, J. P., CASTILLO, E. 1994. Valoración de diferentes mosqueros para el control de la mosca de las frutas *Ceratitis capitata* Wied. *Bol. San. Veg. Plagas*, **20**: 785-791.
- ROS, J. P., CASTILLO, E., CRESPO, J., LATORRE, Y., MARTÍN, P., MIRANDA, M. A., MONER, P., SASTRE, C. 1997a. Evaluación en campo de varios atrayentes sintéticos para la captura de hembras de la mosca mediterránea de la fruta *Ceratitis capitata* Wied. (Diptera: Tephritidae). *Bol. San. Veg. Plagas*, **23**: 393-402.
- ROS, J. P., WONG, E., CASTRO, V., CASTILLO, E. 1997b. La trimetilamina: un efectivo potenciador de los atrayentes putrescina y acetato amónico para capturar las hembras de la mosca mediterránea de la fruta *Ceratitis capitata* Wied. (Diptera: Tephritidae). *Bol. San. Veg. Plagas*, **23**: 515-521.
- ROS, J. P., ESCOBAR, I., GARCÍA-TAPIA, F. J., ARANDA, G. 1999. Experiencia piloto de defensa de una plantación de chirimoyos contra la mosca de la fruta (*Ceratitis capitata* Wied.) mediante trampeo masivo. *Bol. San. Veg. Plagas*, **25**: 395-404.
- STEYSKAL, G. C. 1977. History and use of the McPhail trap. *Fla. Entomol.*, **60**: 11-17.
- VINACHES GOMIS, P., LLORENS CLIMENT, J. P. 2005. Ensayo para determinar la eficacia de captura para *Ceratitis capitata* Wied. de diversas trampas comerciales con los mismos atrayentes. Informe de la reunión del grupo de trabajo de cítricos y subtropicales. Pág. 52. En: Reuniones anuales de los grupos de trabajo fitosanitarios 2005. Ed. MAPA, Madrid, ISBN: 84-491-0735-0.
- WARTHEN, J. D., CUNNINGHAM, R. T., LEONHARDT, B. A., COOK, J. M., AVERY, J. W., HARTE, E. M. 1997. Improved controlled-release formulations for a new trap design for male mediterranean fruit flies: the C&C trap. *J. Chem. Ecology*, **23**: 1471-1486.

(Recepción: 11 abril 2007)

(Aceptación: 14 mayo 2007)

Estudo da variabilidade gênica em isolados brasileiros de *Bacillus thuringiensis* para emprego no controle biológico de *Plutella xylostella*

A. M. G. THULER, R. T. THULER, E. S. CÍCERO, S. A. DE BORTOLI, M. V. F. LEMOS

O objetivo deste trabalho foi demonstrar diferenças no conteúdo de genes *cry* de isolados mais recentes de *Bacillus thuringiensis* em relação à linhagem HD1, amplamente utilizada na formulação de produtos comerciais, bem como avaliar o efeito das mesmas sobre uma população de *Plutella xylostella*, suscetível à bactéria. Os isolados BR₅, BR₆, BR₁₁, BR₁₂, BR₁₆, BR₁₇, BR₁₈, BR₂₁, BR₃₇, BR₄₉, BR₅₄, BR₇₅, BR₇₈, BR₈₀ e BR₉₀; além do isolado HD1 e o controle negativo *B. thuringiensis* var. *tenebrionis* utilizados neste estudo, fazem parte da coleção do Laboratório de Genética de Bactérias e Biotecnologia Aplicada (LGBBA) da FCAV-UNESP/Jaboticabal-SP. Para realização do trabalho foram feitas reações de PCR utilizando-se os iniciadores específicos para *cry*IAa, *cry*IAc, *cry*IB, *cry*IC e *cry*IF. Pelas reações de PCR foram observadas as seguintes ampliações: HD1 - *cry*IAa e B; BR₀₅ - *cry*IF; BR₀₆ - *cry*IAa, B e Ac; BR₁₁ - *cry*IB e Ac; BR₁₂ - *cry*IAa, B e F; BR₁₆ - *cry*IB e Ac; BR₁₇ - *cry*IAa, Ac e F; BR₁₈ - *cry*IB e Ac; BR₂₁ - *cry*IB e Ac; BR₃₇ - *cry*IAa, B e F; BR₄₉ - *cry*IB; BR₅₄ - *cry*IB, Ac e C; BR₇₅ - *cry*IAa, B, C e F; BR₇₈ - *cry*IB, Ac e F; BR₈₀ - *cry*IAa, B e C e BR₉₀ - *cry*IB e F. Nos bioensaios observou-se 100% de mortalidade para lagartas de *P. xylostella* com os isolados utilizados, excetuando-se o isolado BR₀₅ que causou 98%, indicando assim que para uma população suscetível deste inseto, como a utilizada no estudo, a efetividade da bactéria *B. thuringiensis* independe do conteúdo de genes *cry* de cada isolado. No entanto, sugere-se que esses isolados que apresentaram perfis diferenciados em relação aos genes *cry* estudados, possam ser empregados na formulação de novos bioformulados, para manejar a resistência em casos em que os receptores de membrana sejam diferenciados dos apresentados por insetos resistentes a isolados como HD-1, comumente encontrado em formulações comerciais.

A. M. GUIDELLI THULER, guidelli@fcav.unesp.br; R. T. THULER, rthuler@fcav.unesp.br; E. SILVA CÍCERO, elcicero@fcav.unesp.br; S. A. DE BORTOLI, bortoli@fcav.unesp.br; M. V. FRANCO LEMOS, mvector@fcav.unesp.br. FCAV-UNESP, Via de acesso Prof. Paulo Donato Castellane, CEP: 14884-900, Jaboticabal - SP.

Palavras-chave: traça-das-crucíferas, PCR, controle microbiano, entomopatógenos.

INTRODUÇÃO

A traça-das-crucíferas, *Plutella xylostella* (L., 1758) (Lepidoptera: Plutellidae), é a praga que provoca as maiores perdas em plantações de brássicas, principalmente repolho, em todas as regiões produtoras do mundo (ULMER *et al.*, 2002). As perdas com a ocorrência desse inseto num plantio podem

chegar a 100%, independente do período de desenvolvimento da planta em que ocorre, sendo que o prejuízo excedeu a 1 bilhão de dólares anual, já em 1993 nos Estados Unidos (TALEKAR & SHELTON, 1993).

Na tentativa de conter o problema ocasionado pela traça, o controle químico tem sido o método mais empregado a vários anos, no entanto, sua utilização incorreta tem provo-

cado a seleção cada vez mais freqüente de populações resistentes (CASTELO BRANCO *et al.*, 2003). Para minimizar esse problema, uma das alternativas empregadas é o controle biológico através da aplicação de inseticidas à base da bactéria entomopatogênica *Bacillus thuringiensis* (Bt).

As diversas linhagens de *B. thuringiensis* produzem, em adição às δ -endotoxinas, uma série de outras toxinas que podem ou não participar da ação entomopatogênica. A proteína Cyt, de peso molecular 28 kDa, é uma citolisina de ação inespecífica, sendo acumulada no cristal juntamente com as δ -endotoxinas (LERECLUS *et al.*, 1993). Além desta, as proteínas Vip (“vegetative insecticidal proteins”), também produzidas por muitas linhagens de *B. thuringiensis*, possuem 80-100 kDa e apresentam amplo espectro de hospedeiros (ESTRUCH *et al.*, 1996).

Os resultados de controle obtidos inicialmente com Bt tornaram freqüente sua utilização; no entanto, a maioria dos produtos formulados com essa bactéria, encontrados no mercado, são formulados com *B. thuringiensis* var. *kurstaki* que expressa as toxinas CryIAa, CryIAb e CryIAc. Isto significa que as ligações das toxinas com o epitélio, no intestino do inseto, ocorrem através dos mesmos receptores de membrana, facilitando o aparecimento de populações resistentes, o que já vem sendo relatado (TANG *et al.*, 1996).

As primeiras observações da expressão de resistência de insetos a Bt foram em experimentos com pressão de seleção, em laboratório. Somente para *P. xylostella* foram constatadas populações de campo resistentes a Bt. Essas populações foram relatadas no Estados Unidos, América Central e Ásia (PEREZ & SHELTON, 1997; TABASHNIK, 1994; WRIGHT *et al.*, 1997; ZHAO *et al.*, 1993).

Para resolver estes problemas, vários podem ser os caminhos, incluindo-se o manejo da resistência (TABASHNIK *et al.*, 1998), que pode ser realizado através da utilização de diferentes bactérias entomopatogênicas eficientes contra a praga; formulações mistas de diferentes bactérias ou de

isolados de Bt, que apresentem vários *cry* (isolada ou conjuntamente). Dessa forma muitos pesquisadores e companhias vêm desenvolvendo programas de seleção global ou local para encontrar novos isolados com atividade inseticida aumentada.

Os isolados obtidos por estes programas têm seus genes *cry* identificados, na maioria das vezes, por meio de tecnologias baseadas na Reação da Polimerase em Cadeia (PCR) com iniciadores com especificidade para diferentes genes. Além de ser usada com sucesso para determinar a distribuição desses genes em coleções naturais de isolados de *B. thuringiensis* (BEN-DOV *et al.*, 1997; BRAVO *et al.*, 1998; CAROZZI *et al.*, 1991; VILAS-BÔAS & LEMOS, 2004).

Nesse sentido, alguns trabalhos vêm sendo realizados para caracterizar populações de *B. thuringiensis*, eficientes contra *P. xylostella*, isolados de várias regiões do mundo, através de métodos morfológicos, bioquímicos e moleculares (BOBROWSKI *et al.*, 2001; MONERAT *et al.*, 2004, MEDEIROS *et al.*, 2005).

Com base nessas informações, o presente trabalho teve por objetivo caracterizar molecularmente 16 isolados de *B. thuringiensis*, bem como determinar a patogenicidade dos mesmos à traça-das-crucíferas.

MATERIAL E MÉTODOS

Inicialmente foram selecionados 15 isolados: BR₀₅, BR₀₆, BR₁₁, BR₁₂, BR₁₆, BR₁₇, BR₁₈, BR₂₁, BR₃₇, BR₄₉, BR₅₄, BR₇₅, BR₇₈, BR₈₀ e BR₉₀; além das linhagens HD1 de *B. thuringiensis* var. *kurstaki* e *B. thuringiensis* var. *tenebrionis*, da coleção do Laboratório de Genética de Bactérias e Biotecnologia Aplicada (LGBBA) da FCAV-UNESP/Jaboticabal-SP, para utilização na identificação das subclasses do gene *cryI* e nos bioensaios. Para estes, foram utilizados espécimes de *P. xylostella* provenientes da criação mantida no Laboratório de Biologia e Criação de Insetos da mesma Universidade.

Todos os testes foram realizados em temperatura de 25±1°C, umidade relativa de

70±10% e fotofase de 12h, em sala climatizada.

Extração de DNA pelo Kit InstaGene Matrix (Bio-Rad)

Os isolados de *B. thuringiensis* foram previamente cultivados em placas contendo meio NA sólido, por 12 h a 30°C. Para cada isolado uma colônia foi ressuspensa em 1 ml de água estéril em tubos de microcentrífuga e levados à centrifugação por 1 minuto a 15.000 x g a 20°C.

Após centrifugação o sobrenadante foi descartado, sendo adicionados 200 µl da Matriz InstaGene Matrix (Bio-Rad) e, em seguida, o material foi incubado em banho-maria a 56°C por 20 min, agitado rigorosamente em vórtex por 10 s e incubado em água fervente (100°C) por 8 min. A amostra foi novamente agitada em “vórtex” por 10 s e centrifugada a 20°C por 3 min. Finalmente, 200 µl do sobrenadante foram colhidos, transferidos para um poço de uma microplaca de polipropileno contendo 96 poços (DNA de um isolado/poço), a qual foi estocada em freezer - 20°C até o momento do uso.

Identificação de subclasses do gene *cryI*

A identificação das subclasses do gene *cryI* nos isolados de *B. thuringiensis* estudados foi realizada para cinco subclasses:

cryIAa, *cryIAc*, *cryIB*, *cryIC* e *cryIF* (Tabela 1.). Os iniciadores para esses genes foram elaborados e otimizados no laboratório de Genética de Bactérias e Biotecnologia Aplicada.

As reações de amplificação para estes iniciadores foram conduzidas em um volume de 20 µl contendo: 20 ng de DNA molde, 250 µM de uma solução de dNTPs (10mM); 2,0 mM de MgCl₂; 0,4 µM de cada iniciador; 1,0 U da enzima Taq DNA polimerase (Invitrogen®); solução tampão para a reação de PCR (1X) e água destilada Milli-Q previamente esterilizada (qsp 20 µl). Em todos os lotes de reação realizou-se um controle negativo no qual a quantidade de DNA foi substituída por água Milli-Q, previamente esterilizada.

As reações de amplificação foram realizadas em aparelho termociclador (PTC-100 “Programmable Thermal Controller” - MJ Research, inc.), equipado com circuito “Hot Bonnet”, onde foi utilizado o seguinte programa: um passo inicial de desnaturação de 5 min a 95°C e 31 ciclos consistindo de um ciclo de desnaturação a 95°C por 1 min; pareamento dos oligonucleotídeos a 48°C por 1 min e extensão a 72°C por 1 min e, ao final dos ciclos, um passo extra de extensão a 72°C por 5 min. Ao fim do programa foi adicionado um passo para a manutenção da amostra a 13°C até a retirada dos tubos do termociclador.

Tabela 1. Oligonucleotídeos iniciadores utilizados no trabalho.

Iniciadores	Seqüências	Pares de bases amplificados (pb)	Número de Acesso
<i>cryIAB</i>	5' ATGAACAGTGCCCTTACAAC 3' 5' TACTTCCTTCTATGCCCTGAG 3'	423	M12661
<i>cryIAc</i>	5' ATCGCTCGTCTATCGGCATTG 3' 5' AGCCAGCCCTCACGTTCTTC 3'	400	U87793
<i>cryIB</i>	5' AACCCCTAACCGAAACGCTG3' 5' AGCACCGGAAGATACTAGAAG 3'	375	M23724
<i>cryICa</i>	5' GAAAGTGTGGAGAACCGAATC 3' 5' TGGGATAACAAGGACCGAAC 3'	616	AY955268
<i>cryIF</i>	5' TGTAGAGCCGTTTGTAGTG 3' 5' GCTTGGGAATAGTGGAC 3'	645	M63897

Após as ampliações, adicionou-se às amostras 2 µl de tampão de amostra ("loading buffer" - 0,5% de azul de bromofenol em glicerol 50%). Um volume de 15 µl de cada amostra foi aplicado em gel de agarose a 1,5%, contendo brometo de etídeo (0,5 µg/ml) e submetido à eletroforese horizontal por 2 h, a 70 V, conduzida em tampão TEB 1X (Tris 89 mM, EDTA 2,5 mM e Acido Bórico 89 mM com pH 8,3), também adicionado de brometo de etídeo (0,5 µg/ml). Em todas as eletroforeses realizadas foi adotado o emprego de uma amostra de DNA, com fragmentos de tamanhos conhecidos, múltiplos de 1kb "1kb DNA ladder", produzida pela Invitrogen®, a qual serviu como referência de migração eletroforética para verificação dos tamanhos dos fragmentos obtidos nas reações de amplificação.

Os géis de agarose foram visualizados sob luz UV e fotodocumentados em equipamen-

to GEL DOC 2000 - Bio-Rad, através do software Quantity-one.

Bioensaios

Nos bioensaios foram utilizados os mesmos isolados de *B. thuringiensis* dos testes moleculares, além do controle positivo *B. thuringiensis* var. *kurstaki* (HD1), controle negativo *B. thuringiensis* var. *tenebrionis* e água destilada esterilizada, com espalhante adesivo Tween 80®, como testemunha.

Os isolados foram mantidos em incubação por 96 h a 30°C até a completa esporulação, em meio NA (Nutriente Ágar) sólido, em placas de Petri com 10cm de diâmetro. As células bacterianas foram suspensas em água destilada esterilizada e espalhante adesivo para obtenção de suspensões bacterianas concentradas. Diluições sucessivas foram realizadas para quantificação dos esporos, em câmara de Neubauer, para padronizar as suspensões de

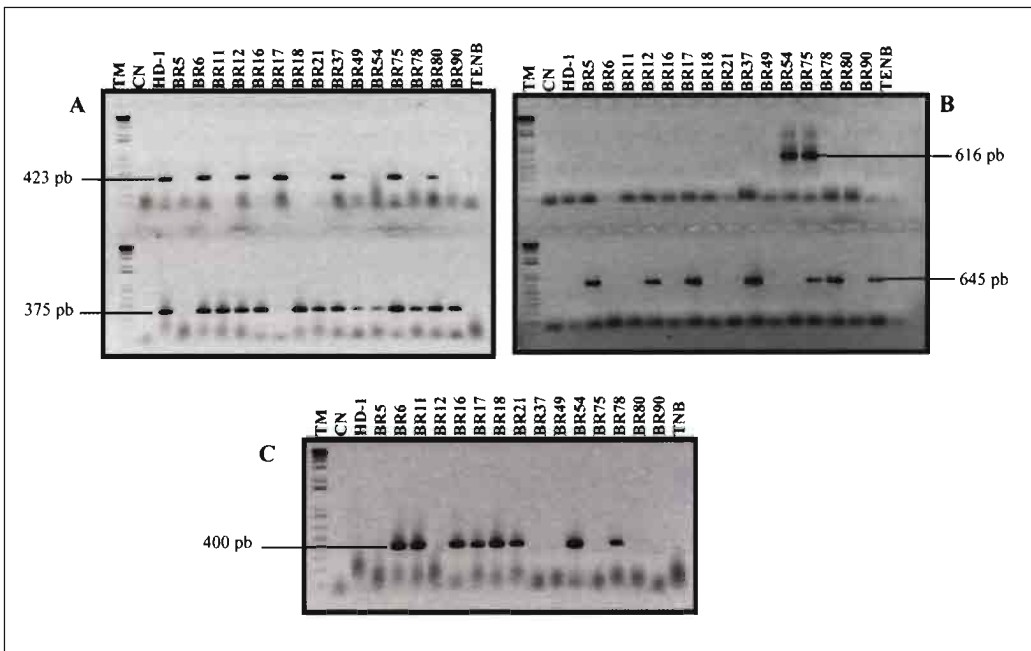


Figura 1. Eletroforogramas do material amplificado com os iniciadores específicos. A: *cry1Ab* e *cry1B*. B: *cry1C* e *cry1F*. C: *cry1Ac*. TM: Tamanho Molecular: 1kb plus DNA ladder. CN: Controle Negativo. BR05 a BR90: isolados de *B. thuringiensis*.

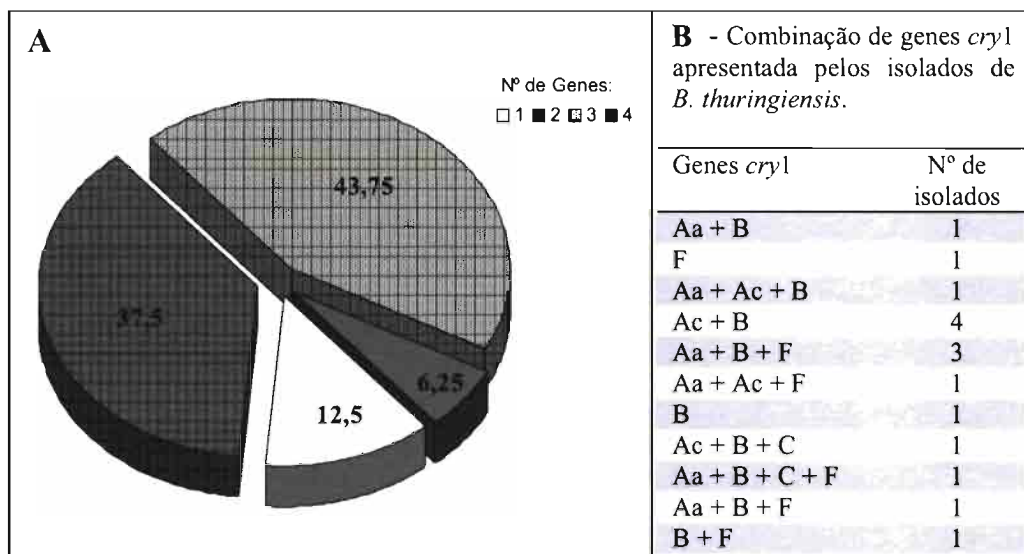


Figura 2. A) Frequência de genes *cry* nos isolados; B) Perfil gênico apresentado pelos isolados de *Bacillus thuringiensis*.

cada isolado numa concentração final de 3×10^8 esporos/ml (solução de trabalho).

Após a obtenção da solução de trabalho para cada isolado, cinco discos foliares de couve cv. Manteiga foram tratados por pulverização das suspensões bacterianas e da testemunha (1ml/disco foliar), completando as 5 repetições por tratamento. Os discos tratados, secos ao ar livre, foram transferidos para placas de Petri, sobre papel filtro umedecido e sobre os mesmos foram colocadas 12 lagartas de 2ª instar de *P. xylostella*. As lagartas foram mantidas confinadas nas placas e diariamente foram feitas avaliações da mortalidade larval, até a formação das pupas, que foram retiradas das placas. Os dados de mortalidade obtidos foram submetidos a análise de variância e as médias confrontadas pelo teste de Tukey, probabilidade de 5%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise molecular com utilização dos iniciadores específicos para os genes *cryI*Ab, *cryI*Ac, *cryI*B, *cryI*C e *cryI*F gerou produtos de PCR com fragmentos de tamanho

esperado (423, 400, 375, 616 e 645, respectivamente), indicando a presença desses genes em diferentes isolados (Figura 1A, B e C) com exceção da linhagem *B. thuringiensis* var. *tenebrionis*, utilizada como controle negativo para o gene *cryI*.

Os isolados estudados apresentaram perfis gênicos muito variados, uma vez que pela utilização da análise por PCR foi possível identificar cinco genes *cry*, em 16 isolados de *B. thuringiensis*. Desses, a maior frequência encontrada foi para o gene *cryI*B, encontrado em 14 isolados, seguido por *cryI*Ac (8 isolados) e *cryI*F (8), *cryI*Ab (7) e *cryI*C (2) (Tabela 2).

A variação na combinação desses genes formou vários grupos, incluindo os diferentes isolados, sendo possível demonstrar que a maior parte dos isolados apresentaram mais de um gene *cry*. Dentre os 16 isolados, 43,75% apresentaram três genes *cry*, 37,50% apresentaram dois, 12,50% apresentaram apenas um e 6,25% apresentaram quatro (Figura 2A). Foram observadas dessa forma, onze combinações de genes nos 16 isolados, sendo que quatro isolados apresentaram a

Tabela 2. Conteúdo gênico de isolados de *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* de diferentes regiões brasileiras e atividade inseticida para lagartas de *Plutella xylostella*.

Isolados	Origem	<i>cry1Ab</i>	<i>cry1Ac</i>	<i>cry1B</i>	<i>cry1C</i>	<i>cry1F</i>	Mortalidade (%)
HD1	Bacillus Stock Center (EUA)	+	-	+	-	-	100,00
BR ₀₅	Cubatão/SP	-	-	-	-	+	98,00
BR ₀₆	Londrina/PR	+	+	+	-	-	100,00
BR ₁₁	Londrina/PR	-	+	+	-	-	100,00
BR ₁₂	Londrina/PR	+	-	+	-	+	100,00
BR ₁₆	Londrina/PR	-	+	+	-	-	100,00
BR ₁₇	Londrina/PR	+	+	-	-	+	100,00
BR ₁₈	Londrina/PR	-	+	+	-	-	100,00
BR ₂₁	Ribeirão Preto/SP	-	+	+	-	-	100,00
BR ₃₇	Grãos armazenados	+	-	+	-	+	100,00
BR ₄₉	Londrina/PR	-	-	+	-	-	100,00
BR ₅₄	Londrina/PR	-	+	+	+	-	100,00
BR ₇₅	Grãos armazenados	+	-	+	+	+	100,00
BR ₇₈	Grãos armazenados	-	+	+	-	+	100,00
BR ₈₀	Grãos armazenados	+	-	+	-	+	100,00
BR ₉₀	Grãos armazenados	-	-	+	-	+	100,00
var. <i>tenebrionis</i>	Bacillus Stock Center (EUA)	-	-	-	-	-	10,00
Test.		-	-	-	-	-	12,00

(+) presença, (-) ausência do gene; Test. = Testemunha (água+tween)

combinação dos genes *cry1Ac+cry1B* (maior frequência), três a combinação *cry1Ab+cry1B+cry1F* e os outros nove isolados apresentaram combinações diversificadas (Figura 2B).

Em função dos resultados obtidos não é possível se traçar uma correlação entre a presença/ausência dos genes *cry* estudados com a mortalidade ocasionada no bioensaio com *P. xylostella*, uma vez que todos os isolados utilizados ocasionaram mortalidades superiores a 98%, igualando-se ao tratamento padrão com o isolado HD-1 de *B. thuringiensis* var. *kurstaki* (Tabela 2).

Os principais resultados de controle com *B. thuringiensis* var. *kurstaki* foram obtidos com produtos encontrados no mercado, for-

mulados com essa bactéria, que expressa as toxinas CryIAa, CryIAb e CryIAc. As ligações dessas toxinas com o epitélio, no intestino do inseto ocorrem através dos mesmos receptores de membrana, facilitando o aparecimento de populações resistentes, o que já vem sendo relatado. O aparecimento de populações de *P. xylostella* resistentes à bactéria, em nível de campo, é cada vez mais freqüente em todo o mundo (PEREZ & SHELTON, 1997; TABASHNIK, 1994; WRIGHT *et al.*, 1997; ZHAO *et al.*, 1993), confirmando os resultados obtidos em laboratório, com o surgimento de novas populações resistentes pela pressão de seleção (TANG *et al.*, 1996).

Resultados positivos de controle de *P. xylostella* com *B. thuringiensis* foram obser-

vados recentemente por CASTELO BRANCO *et al.* (2003), chegando a 100% de mortalidade para larvas de segundo ínstar de *P. xylostella*. DIAS *et al.* (2004) também relataram bons resultados para diferentes pragas, em trabalho com *B. thuringiensis kurstaki e aizawai*, em formulações comerciais. No entanto, tais resultados são geralmente observados em populações de campos produtores onde produtos a base dessa bactéria não são largamente empregados.

Tendo em vista os casos freqüentes de resistência, uma das formas de se manejá-la em populações de campo é a utilização de novos isolados de *B. thuringiensis* que apre-

sentem perfis diferenciados quanto ao conteúdo de genes *cry*, como os encontrados nos isolados deste estudo.

A presença dos diferentes genes *cry* nos isolados estudados, obtidos pela análise de PCR, não significa que os mesmos estão sendo expressos, no entanto dão um forte indício de que estes isolados poderão ser empregados na construção de formulações comerciais efetivas contra diferentes pragas. Gera-se ainda, a possibilidade de novos estudos relacionados à expressão e inserção desses genes em plantas, mediante comprovação de sua atuação nas mortalidades geradas nos ensaios.

RESUMEN

THULER, A. M. G., R. T. THULER, E. S. CÍCERO, S. A. DE BORTOLI, M. V. F. LEMOS. 2007. Estudio de la variabilidad génica en aislados brasileños del *Bacillus thuringiensis* para la utilización en el control biológico del *Plutella xylostella*, *Bol. San. Veg. Plagas*, 33: 409-417.

El objetivo de este trabajo fue el de encontrar diferencias en el contenido de genes *cry* de los aislados más recientes de *Bacillus thuringiensis* en relación al linaje HD1, ampliamente utilizado en la formulación de productos comerciales, así como el de evaluar el efecto de los mismos sobre una población de *Plutella xylostella*, susceptible a la bacteria. Los aislados BR₅, BR₆, BR₁₁, BR₁₂, BR₁₆, BR₁₇, BR₁₈, BR₂₁, BR₃₇, BR₄₉, BR₅₄, BR₇₅, BR₇₈, BR₈₀ y BR₉₀; además del aislado HD1 y del control negativo *B. thuringiensis* var. *tenebrionis* utilizados en este estudio, hacen parte de la colección del Laboratorio de Genética de Bacterias y Biotecnología Aplicada (LGBBA) de la FCAV-UNESP/Jaboticabal-SP. Para la realización del trabajo fueron realizadas reacciones de PCR utilizándose los iniciadores específicos para *cry1Aa*, *cry1Ac*, *cry1B*, *cry1C* y *cry1F*. Con las reacciones de PCR fueron observadas las siguientes amplificaciones: HD1 - *cry1Aa* y B; BR₀₅ - *cry1F*; BR₀₆ - *cry1Aa*, B y Ac; BR₁₁ - *cry1B* y Ac; BR₁₂ - *cry1Aa*, B y F; BR₁₆ - *cry1B* y Ac; BR₁₇ - *cry1Aa*, Ac y F; BR₁₈ - *cry1B* y Ac; BR₂₁ - *cry1B* y Ac; BR₃₇ - *cry1Aa*, B y F; BR₄₉ - *cry1B*; BR₅₄ - *cry1B*, Ac y C; BR₇₅ - *cry1Aa*, B, C y F; BR₇₈ - *cry1B*, Ac y F; BR₈₀ - *cry1Aa*, B y C y BR₉₀ - *cry1B* y F. En los bioensayos se observó 100% de mortalidad para orugas de *P. xylostella* con los aislados utilizados, exceptuándose el aislado BR₀₅ que causó 98%, indicando así que para una población susceptible a este insecto, como la utilizada en el presente estudio, la efectividad de la bacteria *B. thuringiensis* no depende del contenido de genes *cry* de cada aislado. Sin embargo, se sugiere que los aislados que presentaron perfiles diferentes en relación a los genes *cry* estudiados, puedan ser empleados en la formulación de nuevos bioformulados, para manejar la resistencia en casos en que los receptores de membrana sean diferentes de los presentados por los insectos resistentes a aislados como el HD-1, comúnmente encontrado en formulaciones comerciales.

Palabras clave: oruga de las crucíferas, PCR, control microbiano, entomopatógenos.

ABSTRACT

THULER, A. M. G., R. T. THULER, E. S. CÍCERO, S. A. DE BORTOLI, M. V. F. LEMOS. 2007. The study of genic variability in *Bacillus thuringiensis* Brazilian strains for use in the biological control of *Plutella xylostella*. *Bol. San. Veg. Plagas*, 33: 409-417.

The objective of this work was define the differences among *cry* genes of the more recent brazilian strains of *Bacillus thuringiensis* in relation to HD1 strain, commonly

used in commercial formulations. It was evaluated too its effects on larvae of a susceptible population of *Plutella xylostella*. The strains BR5, BR6, BR11, BR12, BR16, BR17, BR18, BR21, BR37, BR49, BR54, BR75, BR78, BR80 e BR90 (Brazilian strains), HD1 and negative control (*B. thuringiensis* var. *tenebrionis*) used in this study were from "Laboratório de Genética de Bactérias e Biotecnologia Aplicada (LGBBA)" collection, located in the "FCAV-UNESP, Jaboticabal, SP". For accomplishment of this work, the specific starter for *cryIAa* had been carried through PCR reactions using itself, *cryIAa*, *cryIaC*, *cryIB*, *cryIC* e *cryIF*. By the PCR reactions the following amplifications were observed: HD1 - *cryIAa* and B; BR05 - *cryIF*; BR06 - *cryIAa*, B and Ac; BR11 - *cryIB* and Ac; BR12 - *cryIAa*, B and F; BR16 - *cryIB* and Ac; BR17 - *cryIAa*, Ac and F; BR18 - *cryIB* and Ac; BR21 - *cryIB* and Ac; BR37 - *cryIAa*, B and F; BR49 - *cryIB*; BR54 - *cryIB*, Ac and C; BR75 - *cryIAa*, B, C and F; BR78 - *cryIB*, Ac and F; BR80 - *cryIAa*, B and C and BR90 - *cryIB* and F. The bioassays showed mortalities of 100% to *P. xylostella* larvae by all strains, excepting BR05 that caused 98% of larvae mortality, indicating effectiveness of *B. thuringiensis* independently of the *cry* gene present. It is possible to suggest that the strains showing different profiles in relation to the *cry* genes studied, can be used to new *B. thuringiensis* formulations trying to manage the resistance in the cases where the membrane receptors are different from HD1 receivers of resistant insects, currently found in *B. thuringiensis* commercial formulations.

Key words: diamondback moth, PCR, microbial control, entomopathogens.

REFERÊNCIAS

- BEN-DOV, E.; ZARISKY, A.; DAHAN, E.; BARAK, Z.; SINAI, R.; MANASHEROB, R.; KHAMRAEV, A.; TROITSKAYA, E.; DUBITSKY, A.; BERENZINA, N.; MARGALITH, Y. 1997. Extended screening by PCR for seven *cry*-group genes from field-collected strains of *Bacillus thuringiensis*. *Appl. Environ. Microbiol.*, **63**(12): 4883-4890.
- BOBROWISKY, V. L.; PASQUALI, G.; BODANESE-ZANETTINI, M. H.; FIUZA, L. M. 2001. Detection of *CryI* Genes in *Bacillus thuringiensis* isolates from south of Brazil and activity against *Anticarsia gemmatalis* (Lepidoptera: Noctuidae). *Brazil. J. Microbiol.*, **32**: 105-109.
- BRAVO, A.; SARABIA, S.; LOPEZ, L.; ABARCA, C.; ORTIZ, A.; ORTIZ, M.; LINA, L.; VILLALOBOS, F. J.; PEÑA, G.; NÚÑEZ-VAIDIZ, M. E.; SOBERÓN, M.; QUINTERO, R. 1998. Characterization of *cry* genes in a mexican *Bacillus thuringiensis* strain collection. *Appl. Environ. Microbiol.*, **64**(12): 4965-4972.
- CAROZZI, N. B.; KRAMER, V. C.; WARREN, G. W.; EVOLA, S.; KOZIEL, M. G. 1991. Prediction of insectidal activity of *Bacillus thuringiensis* strains by polymerase chain reaction product profiles. *Appl. Environ. Microbiol.*, **57**(11), 3057-3061.
- CASTELO BRANCO, M.; FRANÇA, F. H.; PONTES, L. A.; AMARAL, P. S. T. 2003. Avaliação da suscetibilidade a inseticidas em populações de traça-das-crucíferas de algumas áreas do Brasil. *Hortic. Bras.*, **21**(3): 549-552.
- DIAS, D. G. S.; SOARES, C. M. S.; MONNERAT, R. 2004. Avaliação de larvicidas de origem microbiana no controle da traça-das-crucíferas em couve-flor. *Hortic. Bras.*, **22**(3): 553-556.
- ESTRUCH, J. J.; WARREN, G. W.; MULLINS, M. A.; NYE, G. J.; CRAIG, J. A.; KOZOEL, M. G. 1996. Vip3A, a novel *Bacillus thuringiensis* vegetative insecticidal protein with a wide spectrum of activities against lepidopteran insects. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, **93**(11): 5389-5394.
- LERECLUS, D.; DELECLUSE, A.; LECADET, M. M. 1993. Diversity of *Bacillus thuringiensis* toxins and genes. In: *Bacillus thuringiensis* an environmental biopesticide: theory and practice. ENTWISTLE, P.F.; CORY, J.S.; BAILEY, M.J.; HIGGS, S. (Ed). Chichester: J. Wiley & Sons, p.37-70.
- MEDeiros, P. T.; FERREIRA, M. N.; MARTINS, E. S.; GOMES, A. C. M. M.; FALCÃO, R.; DIAS, J. M. C. S.; MONNERAT, R. G. 2005. Seleção e caracterização de estirpes de *Bacillus thuringiensis* efetivas no controle da traça-das-crucíferas *Plutella xylostella*. *Pesq. agropec. bras.*, **40**(11): 1145-1148.
- MONNERAT, R. G.; LEAL-BERTIOLI, S. C. M.; BERTIOLI, D. J.; BUTT, T. M.; BORDAT, D. 2004. Caracterização de populações geograficamente distintas da traça-das-crucíferas por susceptibilidade ao *Bacillus thuringiensis* Berliner e RAPD-PCR. *Hortic. Bras.*, **22**(3): 607-609.
- PEREZ, C. J.; SHELTON, A. M. 1997. Resistance of *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) to *Bacillus thuringiensis* Berliner in Central America. *J. Econ. Entomol.*, **90**(1): 87-93.
- TABASHNIK, B. E. Evolution of resistance to *Bacillus thuringiensis*. *Ann. Rev. Entomol.*, **39**: 47-79, 1994.
- TABASHNIK, B. E.; LIU, Y. B.; MALVAR, T.; HECKEL, D. G.; MASSON, L.; FERRÉ, J. 1998. Insect resistance to *Bacillus thuringiensis*: uniform or diverse? *Philos. Trans. R. Soc., Ser. B*, **353**(1376): 1751-1756.
- TALEKAR, N. S.; SHELTON, A. M. 1993. Biology, ecology and management of the diamondback moth. *Ann. Rev. Entomol.*, **38**: 275-301.
- TANG, J. D.; SHELTON, A. M.; VAN RIE, J.; DE ROECK, S.; MOAR, W. J.; ROUSH, R. T.; PEFFEROEN, M. 1996. Toxicity of *Bacillus thuringiensis* spore and crystal protein to resistant diamondback moth (*Plutella xylostella*). *Appl. Environ. Microbiol.*, **62**(2): 564-569.

- ULMER, B. C.; GILLOTT, C.; WOODS, D.; ERLANDSON, M. 2002. Diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.). feeding and oviposition preferences on glossy and waxy *Brassica rapa* (L.) lines. *Crop Protection*, **21**(4): 327-331.
- VILAS-BOAS, G. T., LEMOS, M. V. 2004. Diversity of cry genes and genetic characterization of *Bacillus thuringiensis* isolated from Brazil. *Can. J. Microbiol.*, **50**(8): 605-613.
- WRIGHT, D. J.; IQBAL, M.; GRANERO, F.; FERRÉ, J. 1997. A change in a single midgut receptor in the diamondback moth (*Plutella xylostella*) is only part responsible for field resistance to *Bacillus thuringiensis* subsp. *kurstaki* and *Bacillus thuringiensis* subsp. *aizawai*. *App. Environ. Microbiol.*, **63**(5): 1814-1819.
- ZHAO, J. Z.; ZHU, G. R.; ZHU, Z. L.; WANG, W. Z. 1993. Resistance of diamondback moth to *Bacillus thuringiensis* in China. *Resist. Pest Manag.*, **5**(1): 11-12.

(Recepción: 9 enero 2007)

(Aceptación: 1 junio 2007)

Modelo bioeconómico para *Digitaria sanguinalis* (L) Scop. en cultivo de soja transgénica de la Pampa Ondulada (Argentina) y simulación de estrategias de control

F. H. OREJA, J. L. GONZÁLEZ-ANDÚJAR

El trabajo describe el desarrollo de un modelo bioeconómico para *Digitaria sanguinalis* en el cultivo de soja transgénica y su uso para simular diferentes estrategias de control. Se consideraron cinco estrategias de control: Una testigo y otras cuatro basadas en el uso de glifosato para controlar una o las dos cohortes que presenta *D. sanguinalis* en su ciclo biológico. En ausencia de medidas de control *D. sanguinalis* crece siguiendo una curva hiperbólica hasta alcanzar una población de 12079 semillas m⁻². La estrategia que considera un control del 100% de las dos cohortes mostró los mejores rendimientos económicos y fue la única capaz de reducir la población a medio plazo. Se llevó a cabo un análisis de sensibilidad del modelo, destacándose la influencia de la pérdida de semillas sobre los resultados del modelo.

F. H. OREJA. Dep. de Producción Vegetal, Fac. de Agronomía, Univ. de Buenos Aires, Av. San Martín 4453, (1417) Buenos Aires, Argentina.

J. L. GONZÁLEZ-ANDÚJAR. Instituto de Agricultura Sostenible (C.S.I.C.), Alameda del Obispo, Apto. 4080, (14080). Córdoba, Spain. Email: andujar@cica.es.

Palabras clave: *Pasto cuaresma*, dinámica de poblaciones, glifosato, competencia, análisis de sensibilidad.

INTRODUCCIÓN

El pasto cuaresma (*Digitaria sanguinalis*) es considerada una de las 10 malas hierbas más problemáticas de la Argentina (MITIDIERI, 1981), especialmente en cultivos de maíz y soja de La Pampa Ondulada bajo siembra directa (DE LA FUENTE *et al.*, 2006; TUESCA *et al.*, 2001). El cultivo de soja, ocasiona importantes pérdidas de rendimiento, sobre todo cuando emerge durante los estados tempranos del cultivo (LEGUIZAMÓN, 1976). Incluso con la adopción de técnicas como la siembra directa, el uso de cultivares transgénicos y herbicidas totales, esta mala hierba se ha mantenido o aumentado su presencia (TUESCA *et al.*, 2001, CULPEPPER *et al.*, 2001).

La demografía del pasto cuaresma en cultivos de soja resistente a glifosato ha sido estudiada en un trabajo previo (OREJA y DE LA FUENTE, 2005), sin embargo no se ha elaborado ningún tipo de modelo que permita un estudio de su dinámica de poblaciones a medio y largo plazo, así como la evaluación económica de estrategias de control.

El objetivo de este trabajo es la construcción de un modelo bioeconómico para *D. sanguinalis* en el cultivo de soja resistente a glifosato que permita evaluar económicamente diferentes estrategias de control.

MATERIAL Y MÉTODOS

La metodología seguida para el desarrollo del modelo Bioeconómico se basa en el tra-

bajo desarrollado por GONZÁLEZ-ANDÚJAR y FERNÁNDEZ-QUINTANILLA (1993) pero ampliándolo para considerar dos cohortes poblacionales. Una cohorte, que emerge a finales de noviembre y una segunda cohorte que emerge a finales de diciembre. El modelo consiste en la integración de tres submodelos: a) demográfico, b) de competencia con el cultivo y c) económico.

Submodelo demográfico

Emergencia de plántulas:

El número de plántulas (P , plántulas m^{-2}) que emergen en el año t para cada cohorte (i) está dado por:

$$P_{t,i} = BS_{t,i} e_i \quad (1)$$

donde e es la proporción de plántulas que emergen a partir del banco de semillas (BS) en el tiempo t para cada una de las cohortes ($i = 1, 2$).

Supervivencia de las plántulas:

El número de plántulas que sobreviven y llegan al estado de planta adulta (A , plantas adultas m^{-2}) en el tiempo t fue modelizado por:

$$A_{t,i} = P_{t,i} / (1 + aP_{t,i}) \quad (i=1,2) \quad (2)$$

donde a_i es la recíproca del valor asintótico de A para la cohorte i ($i=1,2$).

Si c representa la proporción de plantas de *D. sanguinalis* que son muertas por la aplicación de glifosato, la ecuación (2) queda:

$$A_{t,i} = (1-c)P_{t,i} / (1 + aP_{t,i}) \quad (i=1,2) \quad (3)$$

Producción total de semillas:

Un incremento de la densidad de plantas adultas implica una reducción de la fecundidad como consecuencia de un proceso dependiente de la densidad. El proceso puede ser modelizado con la siguiente ecuación:

$$S_{t,i} = f_i A_{t,i} / (1 + b_i A_{t,i}) \quad (i=1,2) \quad (4)$$

donde S es la producción total de semillas m^{-2} en el tiempo t , f es la fecundidad (semillas planta⁻¹) de una planta aislada y b es una parámetros.

Lluvia de semillas:

Una vez producidas las semillas, éstas pueden ser consumidas por predadores, recolectada con la cosecha, etc. Por lo tanto, el total de semillas que llega al banco de semillas (L , semillas m^{-2}) en el tiempo t estará dado por:

$$L_t = S_t (1 - p) \quad (5)$$

donde p representa la proporción de semillas perdidas.

Banco de semilla:

El tamaño del banco de semillas para un año dado (BS , semillas m^{-2}) es el resultado de las semillas que sobreviven en el suelo mas las que se incorporan a través de la lluvia de semillas. Así, el tamaño total del banco de semillas en el tiempo $t+1$ queda determinado por:

$$BS_{t+1} = BS_t (1 - e_1) (1 - e_2) (1 - m) + L_t \quad (6)$$

donde m es la mortalidad del banco de semillas. Puesto que no existe una estimación de este valor hemos tomado el valor existente en la literatura para *Digitaria ciliaris* (HIROYUKI y ATSUSHI, 2005) esta especie de *Digitaria* es muy similar *D. sanguinalis* (Gleason y Cronquist, 1991).

Submodelo de competencia con el cultivo

En el sub-modelo de competencia, la relación entre las plantas adultas totales de *D. sanguinalis* AT_t (plantas/ m^2) y el rendimiento del cultivo R_t (kg/ha) ha sido modelizada con la ecuación (OREJA y GONZÁLEZ-ANDÚJAR, 2007):

$$R_t = a \exp(-b AT_t) \quad (7)$$

donde $AT = \sum A_i$ ($i=1,2$), a es el máximo rendimiento del cultivo en ausencia de plantas de la mala hierba y b es un parámetro.

Submodelo económico

En el sub-modelo económico, el ingreso neto IN_t (US\$/ha) esperado para una determinada alternativa de control de *D. sanguinalis* está dado por:

$$IN_t = (P_{soja} * R_t) - CF - CH \quad (8)$$

donde P_{ja} es el precio de la soja en dólares por tonelada (US\$/tn), CF (US\$/ha) son los costos que no dependen del control de la mala hierba como son laboreos, semilla, fertilizantes, etc. y CH (US\$/ha) son los costos dependientes del control de la mala hierba, estos comprenden la aplicación del herbicida y el costo de la misma.

Parámetros del modelo y condiciones iniciales

Los valores de los distintos parámetros utilizados en el presente trabajo (Cuadro 1) fueron obtenidos a partir del trabajo de OREJA y DE LA FUENTE (2005).

Los parámetros de las ecuaciones 2 y 4 fueron ajustados a datos disponibles (no publicados) con el programa de regresión no lineal del paquete estadístico Prisma Graph-Pad 4. Los parámetros de la ecuación 7 fueron obtenidos del trabajo de OREJA y GONZÁLEZ-ANDÚJAR (2007) ($a= 3157 \text{ kg ha}^{-1}$ y $b=0.45$).

En el submodelo económico se estimó un total de costes fijos (CF) de 127 US\$/ha y un coste de control (CH) de 13 US\$/ha.

Todas las simulaciones realizadas se hicieron para un período de 10 años, tiempo suficiente para estabilizar las poblaciones, y se consideró un banco inicial de 100 semillas m^{-2} .

Estrategias de control

Se consideraron las siguientes cinco estrategias: a) Estrategia sin control o testigo (tratamiento T1), b) un control del 100% de la primera cohorte y sin control en la segunda cohorte (tratamiento T2), para representar la situación de la zona, en que se realiza una única aplicación del herbicida en estadios tempranos del cultivo y no se tiene en cuenta a la segunda cohorte, c) un control del 75% en la primera cohorte y del 67% de la segunda cohorte (tratamiento T3), d) con un 98% de control de la primera cohorte y un 100% de control de las plantas de la segunda cohorte (Tratamiento T4) y e) un control del 100% de las dos cohortes de la mala hierba (Tratamiento T5).

Cuadro 1. Valores de los parámetros utilizados en la simulación y análisis de sensibilidad.

Parámetro	Valor	Coeficiente de Sensibilidad	
Sub-modelo demográfico			
<i>Emergencia cohorte 1 e1</i>	0,29	-40%	+40%
<i>Emergencia cohorte 2 e2</i>	0,14	0,09	-0,07
<i>Parámetro de supervivencia, cohorte 1 a1</i>	0,003	0,39	-0,30
<i>Parámetro de supervivencia, cohorte 2 a2</i>	0,20	0,01	-0,01
<i>Fecundidad cohorte 1 f1 (semillas/planta)</i>	5056	-0,99	0,99
<i>Fecundidad cohorte 2 f2 (semillas/planta)</i>	100	-0,01	0,01
<i>Pérdida de semillas p</i>	0,73	2,69	-2,64
<i>Mortalidad de semillas en el suelo m</i>	0,46	0,48	-0,35
Sub-modelo competencia			
<i>Fecundidad cohorte 1 f1 (semillas/planta)</i>	5056	-0,04	-0,02
<i>Pérdida de semillas p</i>	0,46	0,03	32,2
Sub-modelo económico			
<i>Precio soja P (US\$/tn)</i>	124	0,24	0,24
<i>Costos Herbicidas HC (US\$/ha)</i>	13	-0,12	0,12
<i>Costos Fijos FC (US\$/ha)</i>	10	-1,13	1,13
<i>Fecundidad f1 (semillas/planta)</i>	5056	0,01	0,00
<i>Pérdida de semillas p</i>	0,46	-0,01	7,81

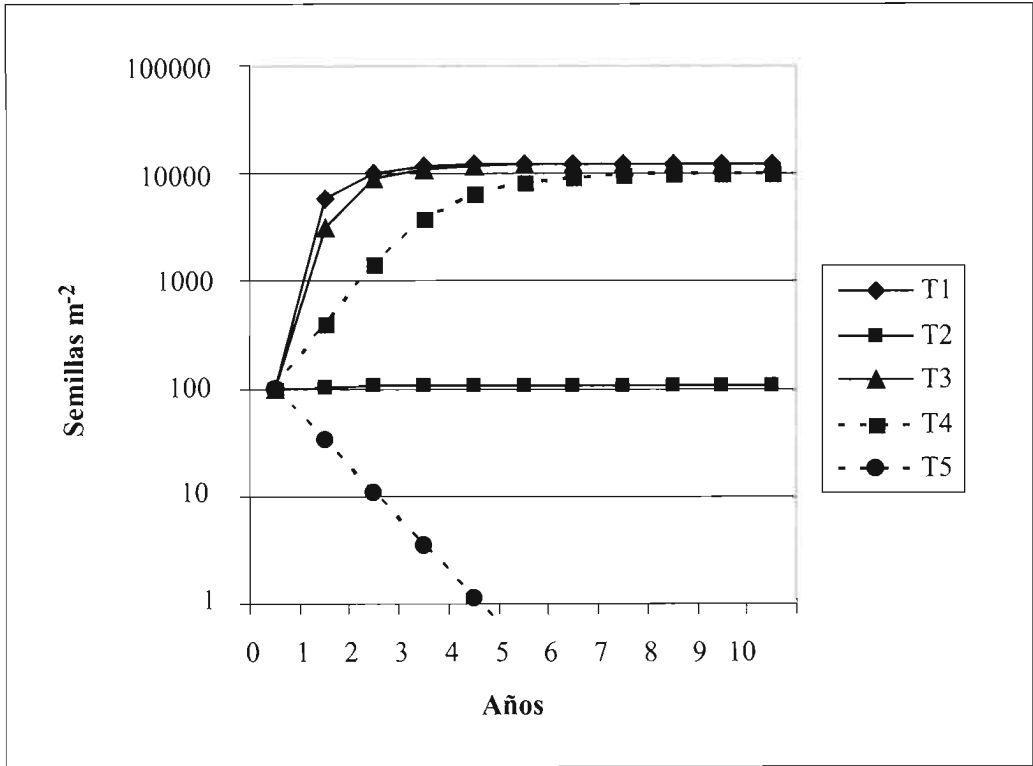


Figura 1. Evolución del banco de semillas del suelo de *Digitaria sanguinalis* bajo diferentes niveles de control con glifosato: sin control (T1); 100% control de la 1ª cohorte y 0% de la 2ª cohorte (T2); 75% de la 1ª cohorte y 67% de la 2ª cohorte (T3); 98% de la 1ª cohorte y 100% de la 2ª cohorte (T4); 100 % de control en ambas cohortes (T5).

Análisis de sensibilidad de los parámetros

Con el objetivo de establecer el efecto de la variabilidad de los parámetros del modelo sobre el resultado se llevó a cabo un análisis de sensibilidad, el cual es definido como la proporción en que varía el resultado de la variable considerada (banco de semillas, rendimiento del cultivo o ingreso neto) en función de la proporción de lo que varía el parámetro a evaluar (GONZÁLEZ-ANDUJAR y FERNÁNDEZ-QUINTANILLA, 1991). El coeficiente de sensibilidad se expresa matemáticamente de la siguiente forma:

$$\frac{(\Delta \text{salida del modelo} / \text{salida del modelo})}{(\Delta \text{parámetro} / \text{parámetro})}$$

Se modificó un $\pm 40\%$ el valor de cada uno de los parámetros más relevantes (cuadro 1), considerado suficiente para representar la posible variación en los parámetros en condiciones reales.

Si el valor del coeficiente de sensibilidad es grande, indica que una pequeña variación en el parámetro evaluado ocasiona una gran variación en la salida del modelo.

RESULTADOS

Análisis de sensibilidad

Para el sub-modelo demográfico los procesos más sensibles a las variaciones son la fecundidad de la primera cohorte (f_1) y la pérdida de semillas (p) (cuadro 1). Sensibilidad ante la pérdida de semillas (p) también muestra-

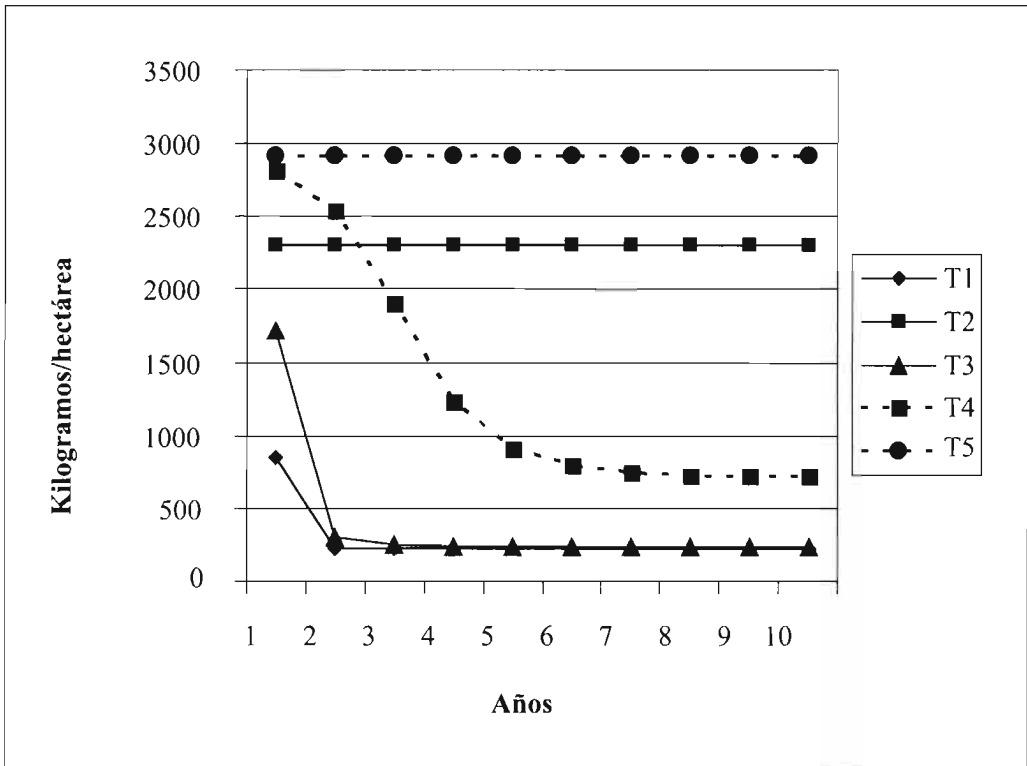


Figura 2. Efecto de los distintos niveles de control químico sobre *Digitaria sanguinalis* en el rendimiento del cultivo de soja un período de 10 años: sin control (T1); 100% control de la 1ª cohorte y 0% de la 2ª cohorte (T2); 75% de la 1ª cohorte y 67% de la 2ª cohorte (T3); 98% de la 1ª cohorte y 100% de la 2ª cohorte (T4); 100 % de control en ambas cohortes (T5).

ron los modelos económico y de competencia, de los cuales el primero también mostró sensibilidad ante los costos fijos (*CF*) (cuadro 1).

Simulación de estrategias de control

Cuando no se realiza ningún control de la mala hierba el banco de semillas crece siguiendo una curva hiperbólica (Fig. 2), alcanzando la población de equilibrio alrededor del quinto año con una densidad de 12079 semillas m⁻² (Tratamiento T1), momento en el que el cultivo sufre una caída de rendimiento del 92% comparado con el rendimiento del cultivo sin infestación (Fig. 3), y el ingreso anual neto se hace negativo.

A lo largo de 10 años si se logra un 100% de control de la primera cohorte y no se con-

trola la segunda cohorte (T2) la población prácticamente se mantiene en los niveles iniciales de infestación, alcanzando un valor de equilibrio de 107 semillas m⁻² (Figura 1), y en este estrategia el rendimiento de la soja es un 21% inferior comparado con un control del 100% de ambas cohortes, y el ingreso neto anual cae un 30% con valores negativos (Fig. 3).

Cuando el glifosato se aplica tardíamente (en estado R1, del cultivo) y controla un 75% de la primera cohorte y un 67% de la segunda cohorte (OREJA y DE LA FUENTE, 2005) (T3), el comportamiento es similar a cuando no se realiza control pues se alcanza una población de equilibrio al tercer año de 11078 semillas m⁻² (Fig. 1) y el rendi-

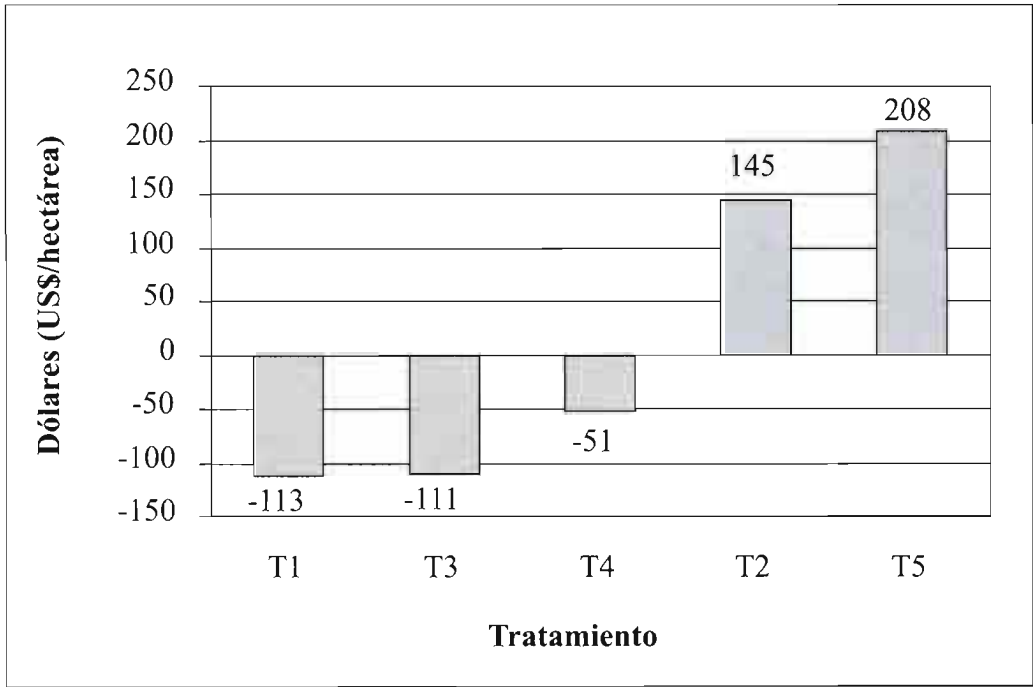


Figura 3. Efecto de los distintos niveles de control químico sobre *Digitaria sanguinalis* en el ingreso neto anual del cultivo de soja al término de 10 años: sin control (T1); 100% control de la 1ª cohorte y 0% de la 2ª cohorte (T2); 75% de la 1ª cohorte y 67% de la 2ª cohorte (T3); 98% de la 1ª cohorte y 100% de la 2ª cohorte (T4); 100 % de control en ambas cohortes (T5).

miento del cultivo es de tan solo 236 kg/ha (Fig. 2), produciendo un ingreso neto anual negativo (Fig. 3). Cuando se aplica la estrategia T4 y se controla a primera cohorte en un 98% y el de la segunda cohorte en un 100%, no se consigue controlar la población que se ve incrementada hasta alcanzar una población de equilibrio a los 6 años de 9280 semillas m^{-2} , un 18% inferior a la población de equilibrio alcanzada en ausencia de control. Con esta población el rendimiento de la soja es de 793 kg/ha y el ingreso neto anual negativo de $-51 \$ ha^{-1}$ (Fig. 2 y 3).

El desherbado total de ambas cohortes (T5) controla efectivamente la población en un período de 5 años (Fig. 2), produciendo los niveles más altos de producción y un rendimiento económico positivo de 208 US\$ ha^{-1} (Fig. 2 y 3).

DISCUSIÓN

El trabajo ha consistido en explorar la evolución de la *D. sanguinalis* desde un punto de vista biológico y económico. El modelo considera las dos cohortes observadas en campo (OREJA y DE LA FUENTE, 2005), si bien la práctica habitual es controlar únicamente la primera de ellas. Como era de esperar, en ausencia de control la población crece hasta llegar a su capacidad de carga en el cultivo de soja (12079 semillas m^{-2}), produciendo grandes pérdidas de producción y económicas (Fig. 1, 2 y 3).

A pesar de que la segunda cohorte tiene muy poca incidencia tanto sea en el aporte de semillas como en la competencia que ejerce sobre el cultivo, esta cohorte por sí sola puede hacer que la población mantenga los niveles de infestación a pesar de obtener un control

del 100% sobre la primera cohorte (T2) y ejercer una competencia tal que el rendimiento del cultivo disminuye un 21%, con lo cual el ingreso neto cae un 30% (Fig. 2 y 3). Si bien el resultado económico es positivo.

Una posible estrategia para controlar ambas cohortes con una sola aplicación sería un retraso en la aplicación del herbicida, hasta el estado R1 del cultivo (FEHR, 1971), con ello se obtiene una eficacia de control del 75% en las plantas de la primera cohorte y del 67% de las plantas de la segunda cohorte (T3) (OREJA y DE LA FUENTE, 2005). Sin embargo, esta estrategia no es suficiente para controlar la población ya que permite a la población crecer hasta valores de 11078 semillas m^{-2} con pérdidas en el rendimiento y con un ingreso neto anual negativo (Fig. 1, 2 y 3). Este resultado confirma lo indicado por LEGUIZAMÓN (1976), que un retraso en el control de las malas hierbas en el cultivo de soja ocasionan graves pérdidas de rendimiento.

Las otras estrategias estudiadas contemplan el uso de dos aplicaciones de herbicida para controlar ambas cohortes. La aplicación de un 98% de control en la primera cohorte y un 100% de control a la segunda cohorte (T4) no es suficiente para evitar el crecimiento de la población, produciendo unos resultados económicos negativos (Fig. 3). Parece claro que hay que conseguir un control del 100% o superior al 98% de ambas cohortes como muestra la simulación de la estrategia T5 para conseguir una reducción efectiva del pasto

cuaresma. Dicha estrategia produce los valores económicos más altos (Fig. 3) y es claramente superior a la estrategia utilizada comúnmente en la Pampa Ondulada (T2), produciendo un 43% más de beneficios.

El análisis de sensibilidad muestra que el modelo es especialmente sensible a la pérdida de semillas, comportamiento similar en otros modelos (e.j. GONZÁLEZ-ANDÚJAR y FERNÁNDEZ-QUINTANILLA, 1993) por lo que sería conveniente la realización de experimentos de campo que cuantificasen lo más exactamente posible el valor de este parámetro. Es preciso señalar la poca sensibilidad del modelo al coste del herbicida (Cuadro 1), incluso a un incremento del mismo del 40%, lo cual es importante cuando las estrategias que se estudian están basadas en el uso de glifosato.

Nuestro trabajo concluye con la necesidad de controlar ambas cohortes, ya que si bien, como hemos indicado anteriormente, la segunda cohorte no tiene una gran relevancia, debido a la alta fecundidad de *D. sanguinalis*, la ausencia de su control produce un incremento de la población a medio plazo con la consiguiente reducción de la producción y del rendimiento económico.

AGRADECIMIENTOS

A la Fundación Carolina por su beca de Formación Permanente. A Pilar Castro, Dr. Leguizamón y Dr. Tiesca por su ayuda en la realización del trabajo.

ABSTRACT

OREJA F. H., J. L. GONZÁLEZ-ANDÚJAR. 2007. Modelling the population dynamics of *Digitaria sanguinalis* (L.) Scop. in transgenic soybean crops in Rolling Pampas (Argentina) and simulation of control strategies. *Bol. San. Veg. Plagas*, 33: 419-426.

A bioeconomical model for *Digitaria sanguinalis* is described and used to simulate different control strategies in transgenic soybean crop. Five strategies of control were considered: A control strategies and other four based in the use of Glifosato to control one or two cohorts that presents *D. sanguinalis* in its life cycle. In absence of measures of control *D. sanguinalis* grows following a hyperbolic curve until reaching a population of 12079 seeds m^{-2} . The strategy that considers a control of the 100% of both cohorts showed the best economic result and was only the able one to reduce the population in the mid-term. An analysis of sensitivity of the model was carried out, standing out the influence of the loss of seeds on the results of the model.

Key words: Large crabgrass, population dynamics, glyphosate, competition, sensitivity analysis.

REFERENCIAS

- CULPEPPER, A. S., GIMENEZ, A. E., YORK, A. C., BATTS, R. B., WILCUT, J. W. 2001. Morningglory (*Ipomoea* spp.) and Large Crabgrass (*Digitaria sanguinalis*) control with glyphosate and 2,4-DB mixtures in glyphosate-resistant soybean (*Glycine max*). *Weed Technology*, **15** (1): 56-61.
- DE LA FUENTE, E. B., SUÁREZ, S. A., GHERSA, C. M. 2006. Soybean weed community composition and richness between 1995 and 2003 in the Rolling Pampas (Argentina). *Agriculture, Ecosystems & Environment*, **115** (1-4): 229-236.
- FEHR, W., CAVINESS, C., BURMOOD, D., PENNINGTON, J. 1971. Stage of development descriptions for soybeans, *glycine max* (L.) Merrill. *Crop Science*, **11**: 929-931.
- GLEASON, A., CRONQUIST, A. 1991. *Manual of Vascular Plants of Northeastern United States and Adjacent Canada*. Second Edition. New York, USA: New York Botanical Garden.
- GONZÁLEZ-ANDÚJAR, J. L., FERNÁNDEZ-QUINTANILLA, C. 1991. Modeling the population dynamics of *Avena sterilis* under dry-land cereal cropping systems. *Journal of Applied Ecology*, **28**(1):16-27.
- GONZÁLEZ-ANDÚJAR, J. L., FERNÁNDEZ-QUINTANILLA, C. 1993. Strategies for the control of *Avena sterilis* in winter wheat production systems in central Spain. *Crop Protection*, **12** (8): 617-623.
- HIROYUKI, K., ATSUSHI, O. 2005. *Digitaria ciliaris* seed-banks in untilled and tilled soybean fields. *Weed Biology and Management*, **5**: 53-61.
- LEGUIZAMÓN, E. 1976. Competencia de mala hierbas con soja: efectos sobre el crecimiento y el rendimiento. Actas IV Reunión Técnica Nacional de Soja. Miramar (Buenos Aires).
- MITIDIERI, A. 1981. El problema de las mala hierbas en soja y su control en Argentina. Actas IV Conferencia Mundial de Investigación en soja. Buenos Aires, **4**: 1657-1664.
- OREJA, F. H., DE LA FUENTE E. B. 2005. Dinámica Poblacional del pasto cuaresma (*Digitaria sanguinalis* (L.) Scop.) en cultivos de soja de La Pampa Ondulada. XVII Congreso de la Asociación Latinoamericana de Malezas (ALAM) y I Congreso Iberoamericano de ciencia de las mala hierbas. Cuba. 767-771.
- OREJA, F. H., GONZÁLEZ-ANDÚJAR, J. L. 2007. Modelling competition between large crabgrass (*Digitaria sanguinalis*) and glyphosate-resistant soybean in Rolling Pampas. *Communication in Biometry and Crop Science*, **2**: 62-67.
- TUESCA, D., PURICELLI, E., PAPA, J. C. 2001. A long-term study of weed flora shifts in different tillage systems. *Weed Research*, **41**: 369-382.

(Recepción: 27 febrero 2007)

(Aceptación: 5 junio 2007)

Uso da Radiação Gama do Cobalto-60 Visando ao Tratamento Quarentenário e à Esterilização de *Stenoma catenifer* Walsingham (Lepidoptera: Elachistidae)

L. K. F. SILVA, V. ARTHUR, D.E. NAVA, J. R. P. PARRA

O objetivo deste trabalho foi verificar a influência da radiação gama Cobalto-60, na broca-do-abacate, *Stenoma catenifer* Walsingham (Lepidoptera: Elachistidae) como subsídio a tratamentos quarentenários e para aplicação da técnica do inseto estéril. Para isso, foram irradiados insetos, em todas as fases do ciclo de vida, com doses que variaram de 0 a 600 Gy e mantidos à temperatura de $25 \pm 2^\circ$ C; umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 h. A espécie, foi criada em dieta natural, ou seja, sementes de abacate, cultivar Breda. De acordo com os resultados obtidos, verificou-se que a dose letal de radiação gama para lagartas e pupas de *S. catenifer* foi de 300 Gy. A dose esterilizante para adultos provenientes de lagartas irradiadas foi de 100 Gy; para adultos provenientes de pupas irradiadas foi de 150 Gy e para adultos irradiados foi de 200 Gy. O uso da radiação gama como tratamento quarentenário de *S. catenifer* foi eficiente, devendo-se tratar os frutos com doses capazes de promover a esterilização do inseto, sem comprometer suas qualidades físico-químicas e sensoriais. Assim, sugere-se o tratamento com a dose de 50 Gy para frutos infestados com ovos e 150 Gy para frutos infestados com lagartas e pupas de *S. catenifer*. Para a utilização da técnica do inseto estéril recomenda-se a irradiação de pupas e adultos com doses de 150 Gy e 200 Gy, respectivamente.

L. K. F. SILVA, Centro Federal de Educação Tecnológica, Curso Gestão Ambiental, Av. Maracanã, 229, 20271-110, Rio de Janeiro, RJ. lkfsilva@hotmail.com
V. ARTHUR, Irradiação de alimentos e Radioentomologia, CENA/USP, Cx.P.96, 13400-970, Piracicaba, SP. Tel. (19) 3429-4665.

D. E. NAVA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA, Rodovia BR 392, Km 78, Cx. Postal 403, Pelotas, RS, Cep.: 96001-970. Tel. (53) 3275 8198.

J. R. P. PARRA, Depto. Entomologia, Fitopatologia e Zoologia Agrícola, ESALQ/USP, Av. Pádua Dias, 11, Cep.: 13418-90, Piracicaba, SP. Tel. (19) 3429-4199.

Palavras-chave: *Persea americana*, broca-do-abacate, radioentomologia, praga de frutífera.

INTRODUÇÃO

O Brasil se destaca em nível mundial como importante produtor e consumidor de frutos, embora isto não reflita nas exportações, que são inibidas por problemas na qualidade, devido à conservação, transporte e aspectos fitossanitários. Sabe-se que, tanto para o consumo “in natura” como para industrialização, somente os frutos de alta qualidade, livres de

pragas, doenças e distúrbios fisiológicos são capazes de conquistar novos mercados (FARIA *et al.*, 1998).

O método convencional de controle de pragas na pré-colheita, ou seja, o químico na sua grande parte, pode trazer uma série de problemas para o agricultor, o consumidor e para o meio ambiente, por deixar resíduos nos alimentos e na natureza, causar desequilíbrios biológicos, favorecer o desenvolvimento da

resistência de insetos a inseticidas e causar surtos de pragas secundárias. Para evitar estes problemas, surgiram métodos alternativos de controle, como a radiação ionizante, sugerida há 70 anos, como um possível tratamento quarentenário para garantir a segurança alimentar (HALLMAN, 2000). Este método é eficaz e garante a sanidade do produto, sem comprometer sua qualidade e certificar a mortalidade e esterilização dos insetos, além de não oferecer risco aos inimigos naturais, polinizadores e ao meio ambiente (WIENDL *et al.*, 1975; ARTHUR, 1997).

Alguns cuidados são necessários, como o controle da dose empregada, utilização de um sistema automatizado e a identificação do produto irradiado. A radiação gama não induz à radioatividade nos alimentos, assegura a sua completa desinfestação, não deixa resíduos nos frutos, como ocorre com a maioria dos produtos químicos, retarda o amadurecimento de alguns frutos que podem ser tratados já embalados, o que evita o manuseio e reduz o descarte final. É um tratamento rápido comparado a outros tipos de tratamento quarentenário e, dependendo da dose, evita a emergência de insetos e/ou a sua reprodução (KLOFT, 1984; SILVA & ARTHUR, 2004).

A radiação ionizante pode resultar na esterilidade das fêmeas, aspermia ou inativação espermiática em machos, inabilidade para o acasalamento e mutação letal dominante, tanto em machos como nas fêmeas. Para cada espécie de inseto há um estágio de desenvolvimento mais apropriado para a esterilização. Geralmente utiliza-se a fase final da pupa, pois são insetos mais vigorosos e o manuseio é mais fácil. (KLOFT, 1984; DUARTE & MALAVASI, 2000; SILVA & ARTHUR, 2004).

Os tratamentos quarentenários têm sido amplamente utilizados para diversas espécies. HALLMAN (2000) afirmou que os tratamentos com radiação ionizante de frutos infestados por insetos iriam impedi-los de completar o desenvolvimento ou deixá-los estéreis, sendo que insetos adultos irradiados com doses esterilizantes tinham menor longevidade do que os não irradiados. Alguns

grupos de insetos, foram controlados com baixas doses de radiação ionizante (menores ou iguais a 100 Gy), como por exemplo, insetos sugadores como a mosca branca e besouros. Já os insetos da ordem Lepidoptera, exigiram cerca de 300 Gy de irradiação (doses mais altas), sendo que as traças, necessitavam até 1,0 kGy, para serem esterilizadas.

A produção e exportação de abacate no Brasil têm sido prejudicadas pela broca-do-abacate, *Stenoma catenifer* Walsingham (Lepidoptera: Elachistidae), que atualmente é considerada a principal praga da cultura. As mariposas realizam posturas em fissuras, no pedicelos e no pedúnculos dos frutos. As lagartas ao eclodirem, perfuram a casca e alimentam-se da polpa e da semente, causando perdas de até 100% da produção e o abandono das áreas de plantio pelos agricultores, devido à falta de um conjunto de medidas de controle que sejam eficazes (HOHMANN & MENEGUIM, 1993; VENTURA *et al.*, 1999; NAVA *et al.*, 2006).

O objetivo deste trabalho foi estudar o método de controle alternativo para *S. catenifer* através da utilização da radiação ionizante do Cobalto-60 para todas as fases do seu ciclo biológico, a fim de verificar a eficiência na desinfestação dos frutos para exportação (tratamento quarentenário) e possível controle em campo com a esterilização dos insetos.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido nos laboratórios da Seção de Irradiação de Alimentos e Radioentomologia do Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA) e Laboratório de Biologia dos Insetos no Departamento de Entomologia, Fitopatologia e Zoologia Agrícola da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ) da Universidade de São Paulo – Piracicaba – SP. A criação de manutenção de *S. catenifer* foi realizada em dieta natural (semente de abacate cultivar Breda) segundo técnica descrita por NAVA & PARRA (2005). O estudo foi realizado em sala

climatizada com $25 \pm 2^\circ\text{C}$ de temperatura, $70 \pm 10\%$ de umidade relativa e fotofase de 14 h.

Como fonte de radiação gama foi utilizado um irradiador, marca Gammacell-220, cuja fonte é o Cobalto-60.

Determinação da dose esterilizante e letal para lagartas

Foram utilizadas lagartas de último instar (5^o) irradiadas com uma dose de 1.054 kGy/h (20/11/2003). As lagartas foram mantidas dentro das sementes de abacate (alimento) contidas em recipientes plásticos (10 cm de altura). As doses de radiação gama utilizadas foram 100, 200, 300 e 600 Gy e a testemunha, sendo que, cada dose constou de cinco repetições com 10 lagartas.

As lagartas foram mantidas nas sementes até a pupação, quando os insetos foram retirados com o auxílio de uma faca e uma pinça e transferidas para potes plásticos (7,5 x 8,5 x 6,5 cm) forrados com papel de filtro umedecido. Os potes, contendo as pupas, foram devidamente identificados, etiquetados e mantidos na sala.

Os adultos que emergiram foram utilizados para formar casais com outro adulto do sexo oposto, normal (sem irradiação). Os casais foram acondicionados em recipientes de acrílico para o acasalamento e após 24 horas, foram transferidos para as gaiolas de criação. A determinação da dose letal foi feita pela contagem dos adultos emergidos. A verificação da dose esterilizante foi realizada por meio da geração F1 proveniente de adultos emergidos de pupas irradiadas, acasaladas com adultos normais.

Determinação da dose esterilizante e letal para pupas

Pupas de até 48 horas de idade foram colocadas em potes plásticos (8,5 x 7,5 x 6,5 cm) e irradiadas com doses crescentes de radiação gama, sob uma dose de 1.045 kGy/h (11/12/2003). Neste ensaio, as doses de radiação gama empregadas foram 100, 150, 200, 300 e 600 Gy e a testemunha (sem irradiação). Cada dose constou de 5 repetições e o número de pupas por repetição foi de 10.

Após a irradiação, as pupas foram mantidas nos potes plásticos contendo papel de filtro umedecido e mantidos em sala climatizada. Os adultos obtidos foram colocados em recipientes de acrílico para o acasalamento por 24 horas e levados, a seguir, para gaiolas de criação, conforme descrito anteriormente.

A determinação da dose letal foi feita pela posterior contagem dos ovos viáveis e inviáveis e adultos emergidos e a dose esterilizante, pelo número de lagartas eclodidas da geração F1, provenientes de cruzamentos de adultos emergidos de pupas irradiadas com adultos normais.

Determinação da dose esterilizante para adultos e longevidade de *S. catenifer*

Os adultos recém emergidos (1 dia de idade), foram irradiados, sob uma taxa de dose de 1.045 kGy/h (12/12/2003), em tubos de ensaio de 8 cm de altura, com tampões de filme plástico de PVC, com doses de 100, 150, 200, 300 e 400 Gy e a testemunha (sem irradiação).

Após o tratamento com radiação gama, os insetos foram colocados em recipientes de acrílico e gaiolas de tubos de PVC, com um total de cinco casais por tratamento.

Para a determinação da dose esterilizante, foram utilizadas fêmeas irradiadas e acasaladas com machos normais e vice-versa, sendo fêmeas e machos virgens com idade de 24 h e casais irradiados. Foram determinadas a fecundidade e a longevidade dos adultos, com observações a cada dois dias.

Análise dos dados

O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Determinação da dose esterilizante e letal para lagartas de *S. catenifer*

Os resultados demonstraram que o efeito da radiação gama não foi tão expressivo na fase larval e conseqüentemente houve um grande

número de lagartas irradiadas que se transformaram em pupas até a dose de 300 Gy ($F = 24,97$), mas, o efeito da radiação foi observado na emergência dos adultos, sendo que, apenas na dose de 100 Gy de radiação gama, emergiram adultos (18%) ($F = 40,86$), mas 41% das pupas apresentaram algum tipo de deformação, sendo somente 5% normais (Figura 1).

As lagartas irradiadas com as doses de 200, 300 e 600 Gy tiveram o seu desenvolvimento aumentado por até 19 dias, sendo que 12; 60 e 88%, respectivamente das lagartas, morreram sem pupar. Das pupas provenientes de lagartas tratadas com 200 Gy de radiação gama, 81% apresentaram deformação e para aquelas tratadas com as doses de 300 e 600 Gy registrou-se 100% de deformações. Estes resultados concordam com Follet & Lower (2000), que irradiaram lagartas de terceiro e quinto instares de *C. illepipida* e de *C. ombrodelta* com as doses de 62,5, 125, 250 e 400 Gy e verificaram que

para a dose de 64,5 Gy, 85% dos adultos emergidos de *C. illepipida*, apresentaram alterações nas asas e apenas uma fêmea sobreviveu e colocou três ovos, inférteis. Já para *C. ombrodelta* não houve emergência de adultos. Para as outras doses estudadas, a emergência de adultos foi expressivamente reduzida para as duas espécies. Os autores estimaram, que 197 Gy levou a 100% de mortalidade para lagartas de *C. illepipida* de 1º instar; este mesmo percentual foi obtido com 116 Gy para lagartas de 2º e 3º instares, e com 307 Gy para o 4º e 5º instares.

Adultos emergidos da dose de 100 Gy colocaram um menor número de ovos ($F = 4,26$) e com baixa viabilidade ($F = 4,26$), se comparados com os adultos emergidos no tratamento testemunha (sem irradiação) (Figura 2).

Estes resultados concordam com MANSOUR (2003), que irradiou lagartas de quinto instar de *C. pomonella* (L.) com 50 a 250 Gy e demonstrou que o decréscimo na

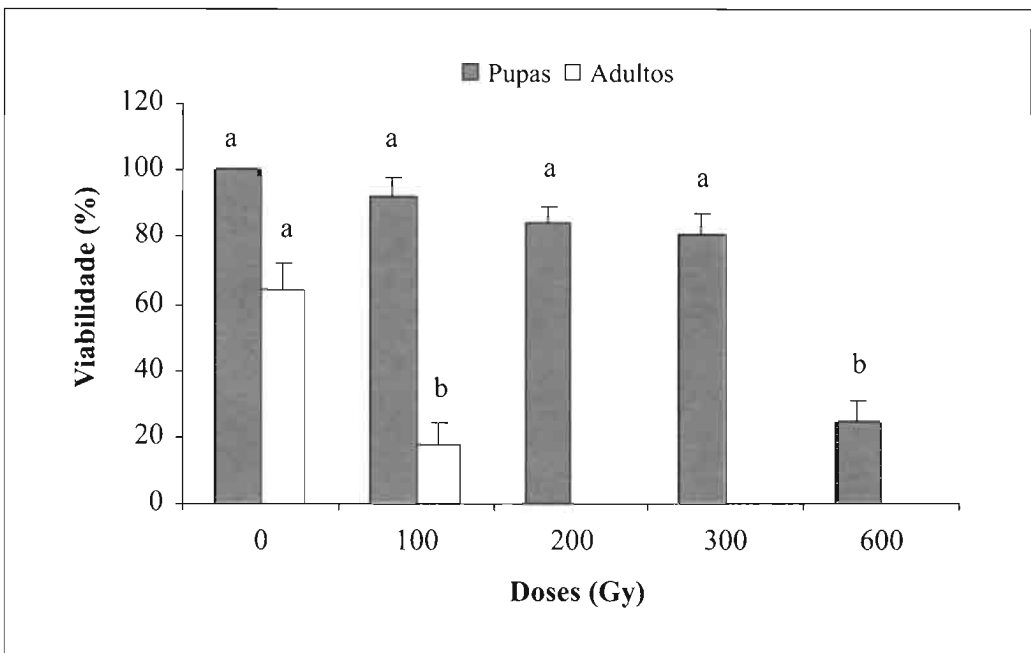


Figura 1. Viabilidade das fases de lagarta e pupa de *S. catenifer* provenientes de lagartas irradiadas com doses crescentes de radiação gama do Cobalto-60. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$). Dados transformados para $\sqrt{x+1,0}$.

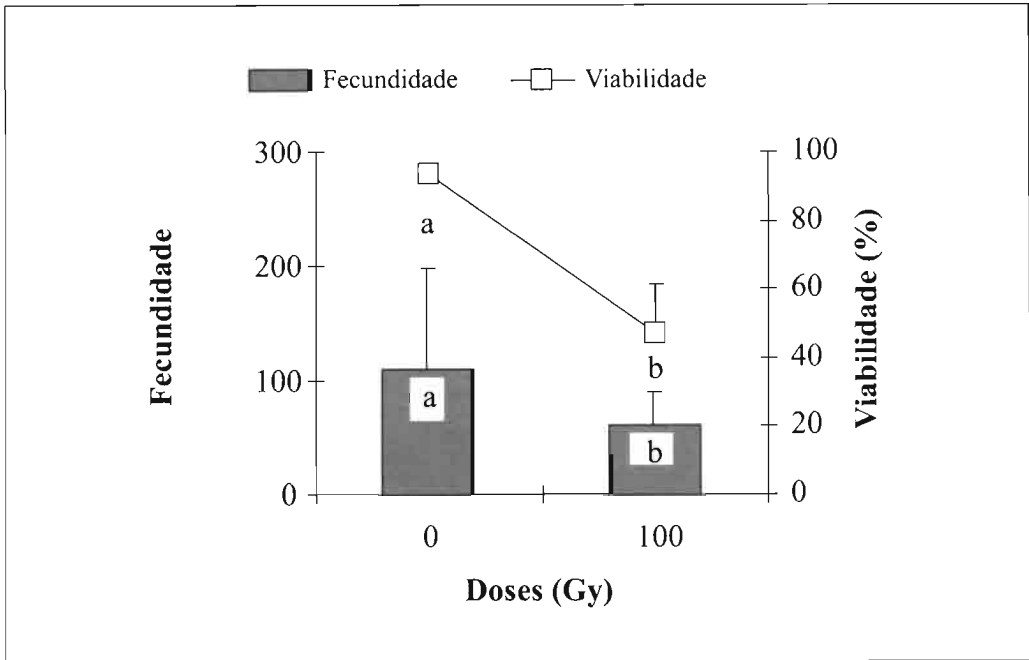


Figura 2. Fecundidade e viabilidade de ovos de *S. catenifer*, obtidos de casais provenientes de lagartas irradiadas com radiação gama do Cobalto 60.

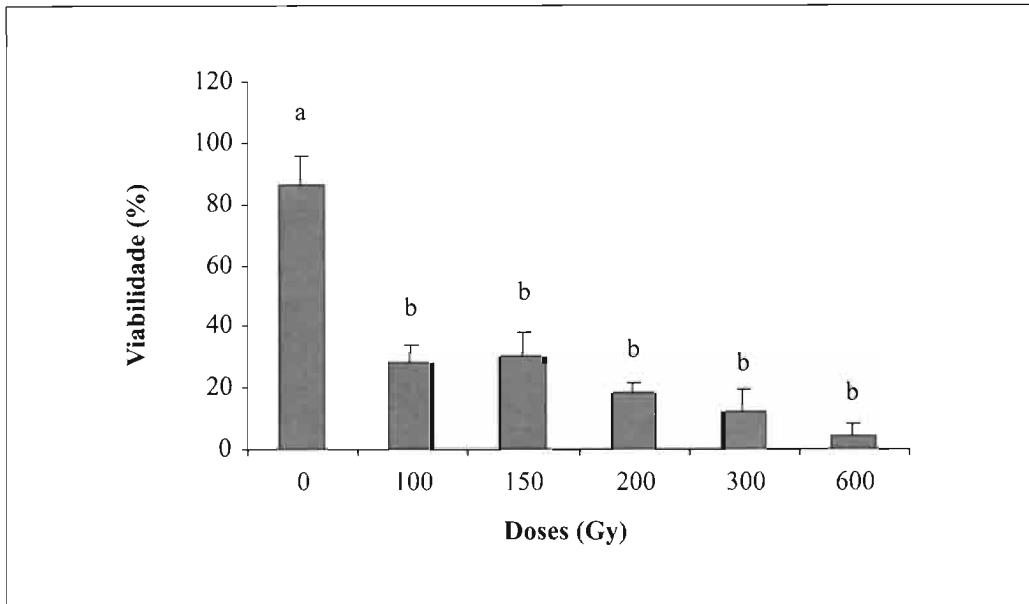


Figura 3. Viabilidade da fase de pupa de *S. catenifer* após serem tratadas com radiação gama do Cobalto-60. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si teste de Tukey ($P \leq 0.05$). Dados transformados para $\sqrt{x+1.0}$.

Tabela 1. Fecundidade e viabilidade de ovos de *Stenoma. catenifer*, provenientes de pupas irradiadas com radiação gama do Cobalto-60.

Casal	Doses (Gy)					
	0		100		150	
	Fecundidade	Viabilidade	Fecundidade	Viabilidade	Fecundidade	Viabilidade
Mi x Fn	109,40	82,60±33,02a	35,80	35,80±19,15ab	29,60	0,20±0,20b
Fi x Mn	81,20	71,60±40,28a	30,80	22,80±14,23ab	22,40	0,60±0,60b

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$). Dados transformados para $\sqrt{x+1,0}$. Fn = Fêmea normal; Mn = Macho normal; Fi = Fêmea irradiada; Mi = Macho irradiado.

Tabela 1 (Cont.). Fecundidade e viabilidade de ovos de *Stenoma. catenifer*, provenientes de pupas irradiadas com radiação gama do Cobalto-60.

Casal	Doses (Gy)					
	200		300		600	
	Fecundidade	Viabilidade	Fecundidade	Viabilidade	Fecundidade	Viabilidade
Mi x Fn	6,80	6,80±6,55b	0,00	0,00	0,00	0,00
Fi x Mn	46,00	4,40±4,40b	0,00	0,00	0,00	0,00

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$). Dados transformados para $\sqrt{x+1,0}$. Fn = Fêmea normal; Mn = Macho normal; Fi = Fêmea irradiada; Mi = Macho irradiado.

pupação e do número de adultos emergidos, foram diretamente proporcionais ao aumento da dose. Para a dose de 250 Gy o decréscimo foi em torno de 90%. As doses de 50 e 200 Gy reduziram a emergência de adultos em 50 e 100%, respectivamente.

No controle quarentenário de pragas, devem-se usar doses que não causem danos aos frutos e ao mesmo tempo assegurem a desinfestação da praga. Doses baixas de radiação, não causará mudanças significativas nas características físico-químicas e organolépticas dos frutos irradiados (SILVA *et al.*, 2006). O tratamento com doses acima de 100 Gy, garantiu a mortalidade de lagartas de quinto instar.

Determinação da dose esterilizante e letal para pupas de *S. catenifer*

A emergência de adultos provenientes de pupas irradiadas, ocorreu com três dias para todos os tratamentos, enquanto na testemunha, os adultos emergiram com sete dias, em média. Houve, portanto, uma indução pela radiação, reduzindo o período pupal de *S. catenifer*, sendo que, o efeito da radiação gama foi proporcional ao aumento da dose.

Pupas irradiadas deram origem a um menor número de adultos se comparado com as não irradiadas ($F = 14,40$) (Figura 3).

Os adultos emergidos e sobreviventes de pupas irradiadas foram acasalados com o sexo oposto normal. Verificou-se que houve efeito significativo da radiação, observado através das porcentagens de ovos viáveis, sendo nas doses de 300 e 600 Gy tal viabilidade nula (Mi x Fn: $F = 6,95$ e Fi x Mn: $F = 4,25$) (Tabela 1). Estes resultados concordam com Aguilar & Arthur (1998), quando estudaram o efeito de doses sub-esterilizantes de radiação gama do Cobalto-60 em pupas de *Spodoptera frugiperda* (Smith) em suas gerações F1 e F2. Os autores observaram que a capacidade reprodutiva de fêmeas irradiadas e acasaladas com machos normais, com doses de 100 a 150 Gy, foi reduzida, pela baixa viabilidade dos ovos.

FOLLET & LOWER (2000) irradiaram pupas de diferentes idades de *C. illepidia* e de *C. ombrodelta* com as doses de 62,5, 125, 250 e 400 Gy de radiação gama e observaram que quanto mais adiantado este estágio, menor a radiosensibilidade. Os adultos oriundos das pupas de 1 a 5 dias de idade tratadas com as

Tabela 2. Fecundidade, viabilidade de ovos e longevidade de machos e de fêmeas de *Stenoma catenifer* provenientes de adultos irradiados com radiação gama do Cobalto-60.

Dose (Gy)	Casais	Fecundidade Média	Viabilidade (%)	Longevidade (dias)	
				Fêmeas	Machos
0	Fn x Mn	292,40 a	97,95 ± 13,78 a	12,80a	7,40a
	Fi x Mi	109,80 abc	10,02 ± 50,45 c	11,20a	5,40a
100	Fi x Mn	354,20 a	6,44 ± 2,74 c	11,40a	12,80a
	Fn x Mi	144,00 abc	46,67 ± 25,48bc	17,20a	13,40a
150	Fi x Mn	127,60 abc	15,20 ± 5,97 c	15,80a	13,60a
	Fn x Mi	331,40 a	44,96 ± 15,25b	12,20a	12,00a
200	Fi x Mi	15,80 bc	0,00 ± 0,00 c	7,00a	7,80a
	Fi x Mn	190,00 ab	3,29 ± 1,85 c	15,40a	15,00a
300	Fn x Mi	43,00 bc	1,40 ± 1,39 c	14,00a	12,40a
	Fi x Mi	4,40 c	0,00 ± 0,00 c	9,00a	7,80a
400	Fi x Mn	118,20 abc	0,00 ± 0,00 c	15,00a	16,60a
	Fn x Mi	187,80 ab	3,30 ± 2,91 c	16,20a	10,00a
400	Fi x Mi	8,20 bc	0,00 ± 0,00 c	11,00a	12,20a
	Fi x Mn	8,20 bc	0,00 ± 0,00 c	10,40a	6,60a
	Fn x Mi	11,60 bc	0,00 ± 0,00 c	10,20a	10,20a

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si na coluna teste de Tukey ($P \leq 0,05$). Dados transformados para $\sqrt{x+1,0}$. Fn = Fêmea normal; Mn = Macho normal; Fi = Fêmea irradiada; Mi = Macho irradiado.

doses de 125 e 250 Gy não deixaram descendentes. Por outro lado, os adultos de *C. illepida*, provenientes de pupas com 7 a 8 dias de idade, tratadas com as mesmas doses, tiveram uma sobrevivência de 67,7 e 52,4%, respectivamente e as fêmeas colocaram ovos férteis com a dose de 125 Gy; para a dose de 250 Gy, somente uma fêmea colocou seis ovos, todos inviáveis.

Para a espécie *S. catenifer*, apenas 2 adultos (um macho e uma fêmea) emergiram de pupas tratadas com a dose de 300 Gy de radiação gama, e não fizeram postura. Estes dados são concordantes também, com ARTHUR *et al.* (2002) que verificaram que pupas *S. frugiperda* de 5 dias de idade, tratadas com doses até 200 Gy, não apresentaram diferença significativa em termos de longevidade, comparados com a testemunha, e as fêmeas irradiadas não fizeram postura.

Determinação da dose esterilizante e longevidade para adultos de *S. catenifer*

Adultos normais de *S. catenifer* (testemunha) acasalados entre si (Fn x Mn), apresenta-

ram maior quantidade de ovos viáveis, quando comparados com os casais irradiados. A partir de 200 Gy observou-se redução na capacidade reprodutiva dos adultos irradiados de *S. catenifer*, a ponto de não diferirem significativamente da dose de 400 Gy, que inibiu totalmente a capacidade reprodutiva de fêmeas e machos ($F = 1,86$) (Tabela 2).

Para casais irradiados com a dose de 150 Gy, não foi possível realizar o cruzamento entre Mi x Fi, pela falta de adultos emergidos de pupas tratadas com esta dose.

Os resultados encontrados estão de acordo com FOLLET & LOWER (2000), quando irradiaram adultos de *C. illepida* com as doses de 125, 250 e 400 Gy e verificaram que a radiação ionizante afetou sua reprodução. Constataram que para o tratamento com a dose de 125 Gy, quando apenas um dos pares foi irradiado (Fi x Mn ou Fn x Mi), a postura e a viabilidade foram maiores do que quando o casal era irradiado (Fi x Mi). Quando os machos foram comparados com as fêmeas, verificaram que casais onde apenas o macho foi irradiado, 1,5% dos ovos

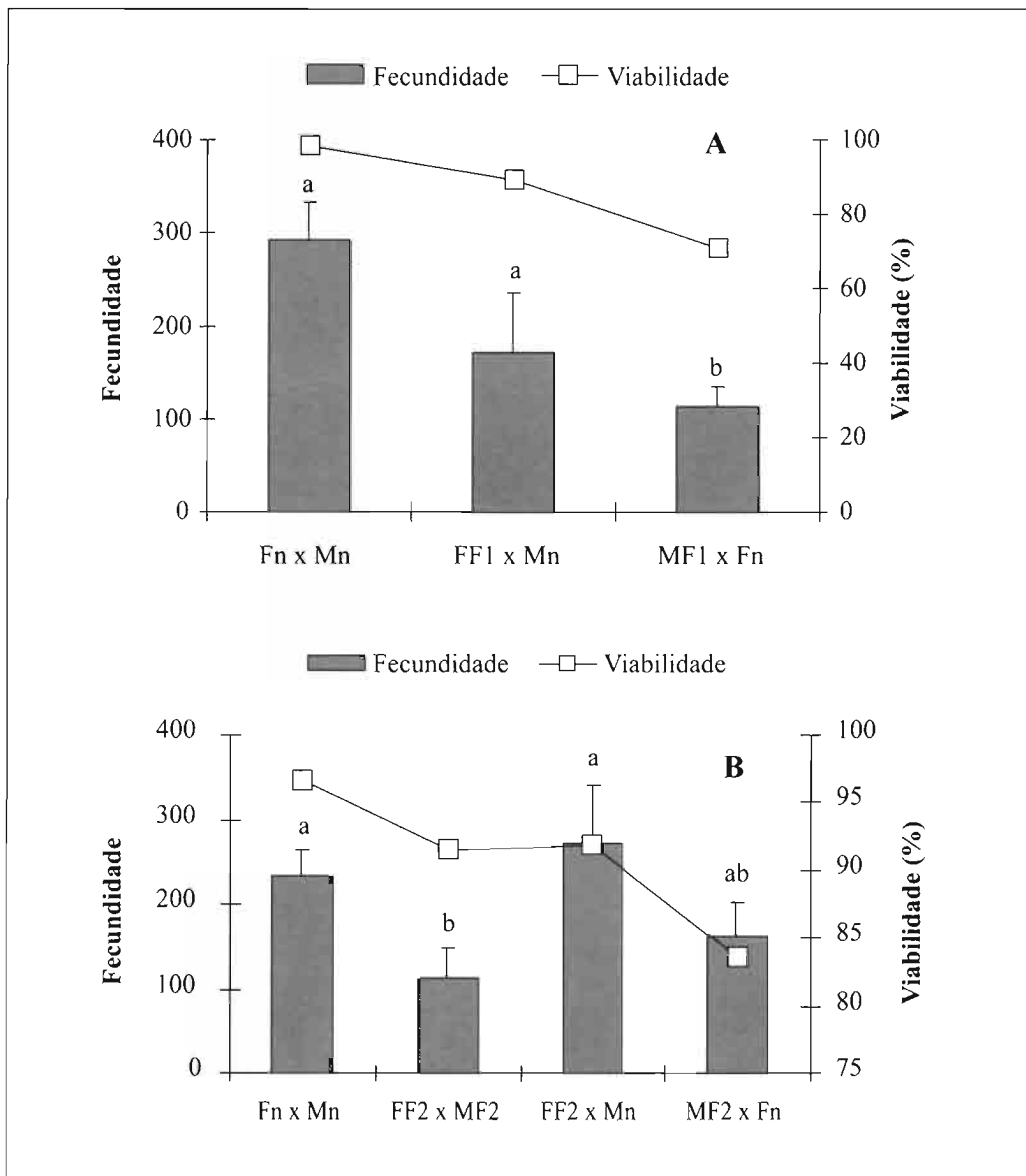


Figura 4. Fecundidade e viabilidade de ovos de *S. catenifer* das gerações F1 (A) e F2 (B) proveniente do cruzamento de machos e fêmeas tratados com 100 Gy com radiação gama do Cobalto-60. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$). \neq Dados transformados para $\sqrt{x+1,0}$. Fn = Fêmea normal; Mn = Macho normal; FF1 = Fêmea irradiada da geração F1; MF1 = Macho irradiado da geração F1; FF2 = Fêmea irradiada da geração F2; MF2 = Macho irradiado da geração F2; Mi = Macho irradiado.

eram viáveis. E, quando apenas a fêmea foi irradiada, somente 0,3% dos ovos eram viáveis, sendo que as lagartas recém eclodidas

morriam, ou seja, as fêmeas demonstraram maior sensibilidade à radiação de que os machos.

Os dados obtidos para *S. catenifer* demonstraram a mesma tendência, pois os casais irradiados (Fi x Mi) colocaram ovos com baixa viabilidade, em média, 11 ovos por casal no tratamento com 100 Gy e nenhum ovo viável para os outros tratamentos. Já para os casais onde apenas um dos pares foi irradiado, verificou-se que a viabilidade foi maior quando os machos eram irradiados, com exceção para o tratamento com a dose de 200 Gy de radiação gama, demonstrando que as fêmeas de *S. catenifer* foram mais radiosensíveis.

A capacidade de postura de *S. catenifer* pode variar de acordo com a temperatura (NAVA *et al.*, 2005). Alguns autores citam diferentes fecundidades nas temperaturas médias próximas de 25° C. JARAMILLO *et al.* (1972), citaram variações entre 180 a 240 ovos, HOHMANN & MENEGUIM (1993), relataram posturas de 164 ovos, CERVANTES *et al.* (1999), observaram a postura média de 206,3 ovos, enquanto que NAVA & PARRA (2005), encontraram em média 318,3 ovos, com viabilidade média de 92%.

Quanto à longevidade média de *S. catenifer*, NAVA & PARRA (2005), citaram valores, para machos e fêmeas, de 13,4 e 12,1 dias, respectivamente, para os insetos mantidos

em temperatura de 25° C. Para as fêmeas e machos irradiados de *S. catenifer* a maior longevidade média ocorreu no tratamento com a dose de radiação gama do Cobalto-60 de 150 Gy, ou seja, de 15,8 e 13,6 dias, respectivamente. Não houve diferença significativa na longevidade dos adultos e na interação dos tratamentos com a longevidade. Fica evidenciado que as doses de radiação gama não influenciaram na longevidade dos insetos (Figura 4). Mas, a longevidade média entre machos e fêmeas nos tratamentos com doses de radiação gama diferiram entre si, pois a longevidade dos machos foi menor de que as fêmeas, enquanto que entre doses, a diferença não foi significativa (Longevidade de fêmeas: F = 1,86 e Longevidade de machos: F = 1,86) (Tabela 2). Estes resultados concordam com FOLLET & LOWER (2000) quando trataram *C. illepidata*, com as doses de 125 e 250 Gy, e apresentaram médias de longevidade de 7,7, 8,2, 8,1 e 7,5 dias para o tratamento com 125 Gy e longevidade de 7,7, 8,0, 7,9 e 7,6 dias para 250 Gy nos testes de Fi x Mi; Fn x Mi, Fi x Mn e Fn x Mn, respectivamente, sem diferença significativa entre tratamentos.

Na geração F1 (Figura 4A), verificou-se que a quantidade média de ovos viáveis de *S.*

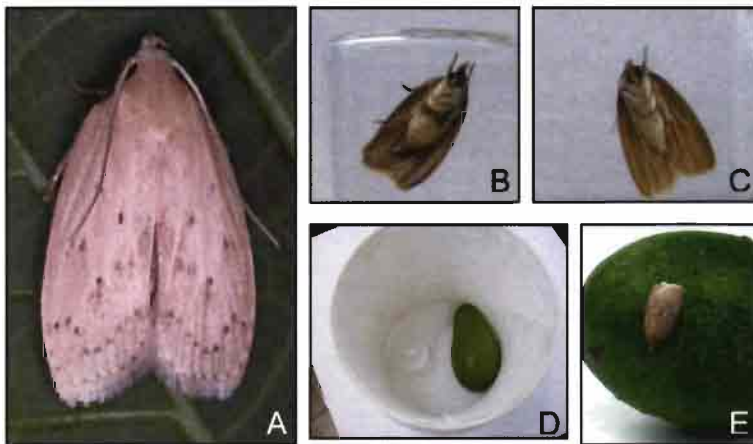


Figura 5 . Adultos de *Stenoma catenifer*. (A) Vista dorsal (Foto de Antônio Negri – ESALQ/USP); (B) fêmea; (C) macho; (D) interior da gaiola de criação contendo uma fêmea e (E) fêmea sobre o fruto (Foto de Paulo Soares - ESALQ/USP).

catenifer não diferiu entre os casais tratados com radiação gama, mas, foi diferente da testemunha, que apresentou um grande número de ovos viáveis; portanto, a radiação gama teve o mesmo efeito nas gerações filiais para ambos os sexos tratados com radiação gama ($F = 6,39$).

Para a geração F2 proveniente de adultos tratados com a dose de 100 Gy (Figura 4B), obtiveram-se apenas dois casais para análise de FF2 x MF2, e seis para Fn x MF2 e FF2 x Mn, cujos ovos foram viáveis.

De acordo com os dados obtidos, verificou-se que as médias de viabilidade dos ovos de adultos da geração F2 provenientes de adultos irradiados com 100 Gy, apresentaram diferenças significativas. Notou-se que os dados da testemunha se igualaram aos casais FF2 x MF2, apresentando as maiores médias, enquanto que casais onde os pares são descendentes de irradiados, apresenta-

ram as menores médias. Todos os casais colocaram ovos viáveis, indicando que o tratamento com a dose de 100 Gy, não foi eficiente para causar a esterilização da geração F2 ($F = 7,94$).

CONCLUSÃO

O uso da irradiação gama do Cobalto-60 como tratamento quarentenário para o controle de *Stenoma catenifer*, foi eficiente. Sugere-se o tratamento com a dose de 150 Gy para frutos infestados com lagartas e pupas de *S. catenifer*. Para uma possível utilização da técnica do inseto estéril, visando ao controle desta praga em campo a fim de diminuir a infestação nos frutos, recomenda-se a irradiação de pupas e adultos com doses de 150 Gy e 200 Gy de radiação gama, respectivamente e posterior liberação em campo.

RESUMEN

SILVA L. K. F., V. ARTHUR, D.E. NAVA, J. R. P. PARRA. 2007. Uso de radiación gama de cobalto-60 en tratamiento cuarentenario y esterilización de *Stenoma catenifer* Walsingham (Lepidoptera: Elachistidae). *Bol. San. Veg. Plagas*, **33**: 427-438.

El objetivo de este trabajo fue verificar la influencia de la radiación gama Cobalto-60 sobre el barrenador del hueso, *Stenoma catenifer* Walsingham (Lepidoptera: Elachistidae), para ser usada en tratamientos cuarentenarios y para su aplicación en la técnica del insecto estéril. Para ello, fueron irradiados insectos, en todas las fases del ciclo de vida, con dosis variando de 0 a 600 Gy, mantenidos a $25 \pm 2^\circ\text{C}$ de temperatura, $70 \pm 10\%$ de humedad relativa y fotofase de 14h. La especie fue criada en dieta natural, o sea, carozos de aguacate, cultivar Breda. Según los resultados obtenidos, la dosis letal de radiación gama para larvas y pupas fue de 300 Gy. La dosis esterilizante para adultos provenientes de larvas irradiadas fue de 150 Gy y para adultos irradiados fue de 200 Gy. El uso de radiación gama como tratamiento cuarentenario de *S. catenifer* fue eficiente, siendo que los frutos devén ser tratados con dosis capaces de promover la esterilización del insecto, sin comprometer sus cualidades físico-químicas y sensoriales. De esta manera, se sugiere el tratamiento con la dosis de 50 Gy, para frutos con huevos y 150 Gy, para frutos con larvas y pupas. Para la utilización de la técnica del insecto estéril se recomienda la irradiación de pupas y adultos, con dosis de 150 y 200 Gy, respectivamente.

Palabras clave: *Persea americana*, barrenador del hueso, radioentomología, plaga de fructífera.

ABSTRACT

SILVA L. K. F., V. ARTHUR, D.E. NAVA, J. R. P. PARRA. 2007. Use of Gamma Radiation of Cobalt-60 Aiming at the Quarentenary Treatment and the Sterilization of *Stenoma catenifer* Walsingham (Lepidoptera: Elachistidae). *Bol. San. Veg. Plagas*, **33**: 427-438.

The objective of this work was verify the influence of gamma radiation of Cobalt-60, in the avocado moth *Stenoma catenifer* Walsingham (Lepidoptera: Elachistidae). For this research, insects were irradiated in all phases of their life cycle with doses varying from 0 to 600 Gy and they were maintained at the temperature of $25 \pm 2^\circ$ C, relative humidity of $70 \pm 10\%$ and photofase of 14 h. The species was reared on natural diet, avocado seeds, variety Breda. According to the obtained results, was verified that the lethal dose of gamma radiation to *S. catenifer* larvae and pupae was of 300 Gy. The sterile dose for upcoming adults from irradiated *S. catenifer* larvae, was of 100 Gy; for adults coming from irradiated pupas was of 150 Gy and for irradiated adults was of 200 Gy. The use the gamma radiation as treatment quarantine of *S. catenifer* was efficient, should be treated them with doses able to promote the sterilization of insect, without committing your qualities physical-chemistries and sensorial of fruits. Therefore, is suggested the treatment with the dose of 50 Gy for fruits infested with eggs and 150 Gy for fruits infested with larvae and pupas of *S. catenifer*. For use the sterile insect technique is recommended the irradiation of pupas and adults with doses of 150 Gy and 200 Gy, respectively.

Key words: *Persea americana*, avocado moth, radioentomology, pest of fruit.

REFERÊNCIAS

- AGUILAR, J. A. D. & V. ARTHUR. 1998. Effects of sub-sterilizing doses of gamma radiation on *Spodoptera frugiperda* (Smith) pupa. *J. Nucl. Agric. Biol. New Delhi-India*, v. 27, n. 2, p. 132-138.
- ARTHUR, V. 1997. Controle de insetos-praga por radiações ionizantes. *O Biológico*, 59: 77-79.
- ARTHUR, V., J. A. D. AGUILAR & P. B. ARTHUR. 2002. Esterilização de adultos de *Spodoptera frugiperda* a partir de pupas irradiadas. *Arq. Inst. Biol.*, v. 69, p.75-77.
- CERVANTES, P. C., C. H. C. LYAL & V. K. BROWNS. 1999. The Stenomatidae moth *Stenoma catenifer* Walsingham: a pre dispersal seed predator of greenheart (*Chlorocardium rodiei* (Schomb.) Rohwer, Richter & Van der Werff) in Guyana. *J. Nat. Hist.*, v. 33, p. 531-542.
- DUARTE, A. L. & A. MALAVASI, A. 2000. Tratamentos quarentenários, p.187-192. In: A. Malavasi & R.A. Zucchi (eds.), Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicação. Ribeirão Preto, Holos Editora, 327p.
- FARIA, J. F., V. ARTHUR, F. M. WIENDL. 1998. Gamma radiation effects on immature atages fruit borer *Ecdyotlopha aurantiana* (Lima). *J. Nucl. Agric. Biol., New Delhi - India*, v. 27, n. 1, p. 52-56.
- FOLLET, P. A. E. & R. A. LOWER. 2000. Irradiation to ensure quarantine security for *Cryptophlebia* spp. (Lepidoptera: Tortricidae) in sapindaceous fruits from Hawaii. *J. Econ. Entomol.*, v. 93, p. 1848-1854.
- GROppo, G. A. ; V. ARTHUR. Determinação da dose letal de radiação gama do Cobalto-60 para ovos de *Tuta absoluta* (Lep., Gelechiidae). *Rev. Ecosistemas*, Espírito Santo do Pinhal, SP, v. 22, p. 120-121, 1997.
- HALLMAN, G. J. 2000. Expanding radiation quarantine treatments beyond fruit flies. *Agric. For. Entomol.*, v. 2, p. 85-95.
- HOHMANN, C. L. & A. M. MENEGUIM. 1993. Observações preliminares sobre a ocorrência da broca do abacate, *Stenoma catenifer* Wals. no Estado do Paraná. *An. Soc. Entomol. Bras.*, v. 22, p. 417-419.
- JARAMILLO, E. A., J. T. G. VÁSQUES & C. S. MOSS. 1972. Estudios sobre el barrenador del hueso y pulpa del aguacate *Stenoma catenifer* Walsingham (Lepidoptera: Stenomidae). *Agrociencia*, v. 9, p.18-24.
- KLOFT, W. J. 1984. ENTOMOLOGY. IN: M.F. L'ANNUNZIATA & J.O. LEGG (eds.), Isotopes and radiation in agricultural sciences. *New York: Acad. Press*, v. 2, p.90-98.
- MANSOUR, M. 2003. Gamma irradiation as a quarantine treatment for apples infested by codling moth (Lepidoptera, Tortricidae). *J. Appl. Entomol.*, v. 127, p. 137-141.
- NAVA, D. E., J. R. P. PARRA, G. I. DIEZ-RODRIGUEZ & J. M. S. BENTO. 2005. Oviposition behavior of *Stenoma catenifer* (Lepidoptera: Elachistidae): chemical and physical stimuli and diel pattern of egg laying. *Ann. Entomol. Soc. Am.*, v. 98, p. 409-414.
- NAVA, D. E. & J. R. P. PARRA. 2005. Biologia de *Stenoma catenifer* Walsingham (Lepidoptera: Elachistidae) em dieta natural e artificial e estabelecimento de um sistema de criação. *Neotrop. Entomol.*, v. 34, p.751-759. 2005.
- NAVA, D. E., J. R. P. PARRA, J. M. S. BENTO, G. I. DIEZ-RODRIGUEZ & M. L. HADDAD. 2006. Distribuição vertical, danos e controle cultural de *Stenoma catenifer* Walsingham (Lepidoptera: Elachistidae) em pomar de abacate. *Neotrop. Entomol.*, v. 34, p. 516-522.
- SILVA, L. K. F. & V. ARTHUR. 2004. Efeito do fracionamento de dose de radiação gama sobre *Strophilus oryzae* (L., 1763)(Col., Curculionidae), *Rhyzopertha dominica* (F., 1792)(Col., Bostrichidae) e *Tribolium castaneum* (Herb. 1797)(Col., Tenebrionidae). *Arq. Inst. Biol.*, São Paulo, v. 71, n. 2, p. 253-256.
- SILVA, L.K.F., V. ARTHUR, D. E. NAVA, J. R. P. PARRA. 2006. Tratamento quarentenário em ovos de *Stenoma catenifer* Walsingham, (Lepidoptera: Elachistidae) com radiação gama do Cobalto-60. *Bol. San. Veg. Plagas*, 32, 507-512.
- VENTURA, M.U., D. DESTRO, E.C.A., LOPES & R. MONTALVÁN. 1999. Avocado moth (Lepidoptera: Stenomidae) damage in two avocado cultivares. *Fla. Entomol.*, 82: 625-631.

WIENDL, F.M., O.A. BOVI & V. ARTHUR. 1975. Esterilização e efeitos letais de radiação gama em adultos e ovos de *Sitotroga cerealella* (Oliv.) Piracicaba: CENA/USP, 41p. (Boletim Científico, 28).

(Recepción: 24 abril 2007)

(Aceptación: 21 septiembre 2007)

RECENSIÓN DE PUBLICACIONES

TRUFICULTURA. Fundamentos y técnicas

Editor-Coordinador: S. Reyna Domenech.

Ediciones Mundi-Prensa.

ISBN 978-84-8476-305-5

La obra *Truficultura. Fundamentos y técnicas* ha ganado la 36ª edición del Premio del Libro Agrario que se convoca anualmente en el marco de la Feria Agraria de Sant Miquel de Lleida, según hizo público recientemente la Fira de Lleida. El trabajo, elegido entre un total de 36 obras presentadas, ha sido coordinado por Santiago Reyna, profesor de la Escuela de Ingenieros Agrónomos y Montes de Valencia. En su elaboración han participado 26 autores de 7 países, pertenecientes a 15 universidades, empresas y centros de investigación. El libro está editada por Mundi-Prensa.

La obra incluye un apartado histórico sobre el cultivo de la trufa y sobre los aspectos ecológicos, económicos y sociales de este producto, y explica también los fundamentos de la micología, el ciclo biológico de la trufa y las áreas de cultivo.

También dedica capítulos a los viveros y a la producción, a la truficultura, al cultivo de las terfezas (tipo de trufa) y a diversas experiencias en plantaciones trufas del Estado español. La obra repasa igualmente la práctica de la truficultura en diversos países (Francia, Italia, Hungría, Chile, Nueva Zelanda y Norteamérica), el marco legislativo de la trufa y la tradición gastronómica del producto. El libro se acaba con un léxico de la trufa en castellano, inglés, francés e italiano.

SUMARIO DEL VOL. 33 (3)

ENTOMOLOGÍA

- T. PINA, M. J. VERDÚ. Establecimiento y dispersión de *Aphytis melinus* y *A. lingnanensis* (Hym.: Aphelinidae), dos parasitoides introducidos para el control de *Chrysomphalus dictyospermi* Morgan y *Aonidiella aurantii* (Maskell) (Hem.: Diaspididae) en cítricos de la Comunidad Valenciana 311
- P. TURIENZO. Nota. Nuevo registro y primera planta hospedadora conocida para *Arhopalus rusticus rusticus* (Linnaeus, 1758) (Coleoptera: Cerambycidae) en Argentina 321
- A. VASICEK, F. R. LA ROSSA, A. PAGLIONI, S. LANATI, M. LÓPEZ. Funcionalidad biológica y poblacional de *Neotoxoptera formosana* (Takahashi) (Hemiptera: Aphididae) sobre siete cultivares de ajo (*Allium sativum* L.) en condiciones de laboratorio 325
- R. T. THULER, H. X. L. VOLPE, S. A. DE BORTOLI, R. M. GOULART, C. L. T. P. VIANA. Metodologia para Avaliação da Preferência Hospedeira de Parasitóides do Gênero *Trichogramma* Westood 333
- P. TURIENZO. New records and emergence period of *Callidiellum rufipenne* (Motschulsky, 1860) [Coleoptera: Cerambycidae: Cerambycinae: Callidiini] in Argentina 341
- F. B. SARRO, J. M. S. FERREIRA, W. CROCOMO, A. M. LABINAS Aspectos da biologia da traça das flores e frutos novos do coqueiro, *Atheloca subrufella* (Hulst, 1887) (Lepidoptera: Phycitidae) 351
- T. PINA, M. J. VERDÚ. El piojo rojo de California, *Aonidiella aurantii* (Maskell), y sus parasitoides en cítricos de la Comunidad Valenciana 357
- E. L. L. BALDIN, R. S. R. FRANCO, D. R. SOUZA. Resistência de genótipos de feijoeiro *Phaseolus vulgaris* (L.) a *Zabrotes subfasciatus* (Boh., 1833) (Coleoptera: Bruchidae) 369
- D. ALONSO, A.-A. GÓMEZ, G. NOMBELA, M. MUÑIZ. Primera cita del desarrollo de *Aleyrodes proletella* (Linnaeus, 1758) en plantas de tomate bajo condiciones controladas. 377

PATOLOGÍA

- E. ITURRITXA, R. GANLEY. Dispersión por vía aérea de esporas de *Diplodia pinea* en tres localidades de la cornisa cantábrica 383

TERAPÉUTICA

- A. ADÁN, T. GONZÁLEZ, R. BASTANTE, F. BUDIA, P. MEDINA, P. DEL ESTAL, E. VIÑUELA. Efectos de diversos insecticidas aplicados en condiciones de laboratorio extendido sobre *psytalia concolor* (Szèpligeti) (Hymenoptera: Braconidae) 391
- A. ALONSO MUÑOZ, F. GARCIA MARÍ. Comparación de cuatro tipos de mosqueros comerciales de captura de hembras y machos de *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) 399

OTROS TEMAS

- A. M. G. THULER, R. T. THULER, E. S. CÍCERO, S. A. DE BORTOLI, M. V. F. LEMOS. Estudo da variabilidade gênica em isolados brasileiros de *Bacillus thuringiensis* para emprego no controle biológico de *Plutella xylostella* 409
- F. H. OREJA, J. L. GONZÁLEZ-ANDÚJAR. Modelo bioeconómico para *Digitaria sanguinalis* (L) Scop. en cultivo de soja transgénica de la Pampa Ondulada (Argentina) y simulación de estrategias de control 419
- L. K. F. SILVA, V. ARTHUR, D. E. NAV, J. R. P. PARRA. Uso da Radiação Gama do Cobalto-60 Visando ao Tratamento Quarentenário e à Esterilização de *Stenoma catenifer* Walsingham (Lepidoptera: Elachistidae) 427

- RECENSIÓN DE PUBLICACIONES 439

