

# BOLETÍN DE SANIDAD VEGETAL

VOLUMEN 32 - NÚMERO 4.1 - 2006 - 4º Trimestre

# PLAGAS



MINISTERIO  
DE AGRICULTURA, PESCA  
Y ALIMENTACIÓN

SECRETARÍA GENERAL  
DE AGRICULTURA Y  
AGRICULTORES

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



Deformación y costuras en fruto de tomate afectado por la enfermedad del "Torrao".

## INSTRUCCIONES A LOS AUTORES

*Texto:* Los manuscritos deben ser redactados de manera concisa y dactilografiada de forma clara, con amplios márgenes, párrafos separados y a doble espacio, incluidos el resumen, leyendas a las figuras y cuadros, referencias y notas al pie. De forma general se tendrá en cuenta el esquema usual de presentación: Introducción. Material y métodos. Resultados. Discusión. Resumen en español e inglés y, en su caso, en el idioma del texto. Referencias bibliográficas. El título deberá estar seguido por el nombre del autor o autores, la afiliación institucional, la dirección postal completa y la dirección de correo electrónico cuando proceda, indicando a la redacción cuál es la persona de contacto. Los resúmenes en español deberán estar seguidos de listado de palabras clave. El resumen en los idiomas distintos al del texto, o "abstract", deberá ir precedido de la referencia bibliográfica correspondiente. Los nombres latinos deberán subrayarse o 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 32**  
**núm. 4.1**  
**2006**  
**4º Trimestre**

DIRECTOR

*Francisco Mombiela*

DIRECTOR ADJUNTO

*Guillermo Artolachipi*

REDACTORA JEFE

*Adela Burgos*

CONSEJO DE REDACCIÓN

*Antonio Bello*

*Juan I. Calvo*

*José M.ª Cobos*

*Pedro del Estal*

*José García-Jiménez*

*Concepción Jordá*

*Alfredo Lacasa*

*Cristina Noval*

*Consuelo Pérez*

*Cándido Santiago*

*Julio C. Tello*

*Juan J. Tuset*

*Fernando Varés*

*Carlos Zaragoza*

EDITOR

*Centro de Publicaciones*

*Agrarias, Pesqueras y*

*Alimentarias*

ISSN: 0213-6910

NIPO: 251-06-010-5

Depósito Legal: M-2975-1976

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

# SUMARIO

## ENTOMOLOGÍA

- S. G. BADO, A. COLOMBO, F. VILELLA. Entomofauna asociada al cultivo de *Solanum gilo* Raddi (Solanaceae) en Argentina ..... 451
- S. A. DE BORTOLI, J. E. M. OLIVEIRA. Densidade populacional e comportamento de predação de *Orius insidiosus* (Say, 1832) (Hemiptera: Anthocoridae) em agroecossistemas de algodoeiro e milho ..... 465
- J. E. M. OLIVEIRA, S. A. DE BORTOLI. Levantamento e análise faunística e determinação de índices ecológicos de artrópodes em diferentes comunidades ..... 473
- L. SAZO, E. PIZARRO, J. E. ARAYA. Efecto de la forma de aplicación de imidacloprid en el control de la cochinilla de cola larga *Pseudococcus longispinus* (Targioni & Tozzetti) en aguacate y su impacto sobre *Neoseiulus californicus* (McGregor) en Chile ..... 483
- M. M. TÉLLEZ NAVARRO, G. TAPIA PERÉZ. Acción depredadora de *Coenosia attenuata* Stein (Diptera: Muscidae) sobre otros enemigos naturales en condiciones de laboratorio ..... 491
- A. VASICEK, F. R. LA ROSSA, M. MENDY, M. LÓPEZ, A. PAGLIONI. Respuesta biológica y poblacional de *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae) sobre seis cultivares de pimiento (*Capsicum annum* L.) en condiciones de laboratorio ..... 499
- L. K. F. SILVA, V. ARTHUR, D. E. NAVA, J. R. P. PARRA. Tratamiento quarentenário em ovos de *Stenoma catenifer* Walsingham (Lepidoptera: Elachistidae), com radiação gama do Cobalto-60 ..... 507
- S. DUARTE, C. I. GONÇALVES, E. FIGUEIREDO, J. A. QUARTAU, A. MEXIA, F. AMARO. Viability of rearing *Telenomus* sp. (Hymenoptera, Scelionidae), an egg parasitoid of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera, Noctuidae), under laboratory conditions ..... 513
- E. SOLER-SALCEDO, E. RODRIGO, F. FERRAGUT. Colonización, comportamiento alimenticio y producción de daños en las arañas rojas *Tetranychus urticae* y *T. turkestanii* (Acari, Tetranychidae) ..... 523

## PATOLOGÍA

- M. GARCÍA ALCÁZAR, M.A. AÑAÑOS, R. BLANCO, D. CIFUENTES. Grupos de Compatibilidad Vegetativa de *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-cucumerinum* en la Provincia de Almería ..... 535
- A. ALFARO FERNÁNDEZ, M. C. CÓRDOBA SELLÉS, M. C. CEBRIÁN MICÓ, I. FONT, M. JUÁREZ, V. MEDINA, A. LACASA,

|  |     |
|--|-----|
| J. A. SÁNCHEZ NAVARRO, V. PALLÁS, C. JORDÀ GUTIÉRREZ.<br>Necrosis del tomate: "torrao" o "cribado" ..... | 545 |
|--|-----|

### TERAPÉUTICA

|   |     |
|---|-----|
| C. BASSO, G. GRILLE, R. ALZUGARAY. B. PINTUREAU. Comparative Study of the effects of <i>Trichogramma pretiosum</i> (Hym., Trichogrammatidae) releases and Triflumuron Applications on <i>Epinotia aporema</i> (Lep., Tortricidae) in Birdsfoot Trefoil Seedbeds ..... | 563 |
|---|-----|

|  |     |
|--|-----|
| J. P. BRITO, R. C. BAPTISTUSSI, M. FUNICHELLO, J. E. M. OLIVEIRA, S. A. DE BORTOLI. Efeito de óleos essenciais de <i>Eucalyptus</i> spp. sobre <i>Zabrotes subfasciatus</i> (Boh., 1833) (Coleoptera: Bruchidae) e <i>Callosobruchus maculatus</i> (Fabr., 1775) (Coleoptera: Bruchidae) em duas espécies de feijões ..... | 573 |
|--|-----|

|   |     |
|---|-----|
| P. BORRAJO CUDER, R. OCETE RUBIO, G. LÓPEZ, M. A. LÓPEZ MARTÍNEZ, F. RUIZ FERNÁNDEZ. Control Biológico de <i>Phoracantha</i> sp. (Coleoptera, Cerambycidae) por <i>Avetianella longoi</i> Siscaro (Hymenoptera, Encyrtidae) en la provincia de Huelva ..... | 581 |
|---|-----|

|   |     |
|---|-----|
| A. HUERTA, F. ROBREDO, J. DIEZ, J. A. PAJARES. Selección de parasitoides de la polilla europea del brote del pino ( <i>Rhyacionia buoliana</i> Den. et Schiff.) (Lepidoptera: Tortricidae) para el control biológico en Chile ..... | 595 |
|---|-----|

### OTROS TEMAS

|   |     |
|---|-----|
| J. SNAIKI, A. NADIF, M. OUHSSINE. El establecimiento de una cartografía de algunas enfermedades de la remolacha azucarera de la región del Gharb de Marruecos ..... | 609 |
|---|-----|

## Entomofauna asociada al cultivo de *Solanum gilo* Raddi (Solanaceae) en Argentina

S. G. BADO, A. COLOMBO, F. VILELLA

Como parte de estudios llevados a cabo en Argentina con el fin de conocer la adaptabilidad del cultivo de *Solanum gilo* (Raddi, 1825) a sus condiciones agroclimáticas, resultó de suma importancia tomar conocimiento de los posibles agentes animales que pudieren afectar a su rendimiento. El trabajo consistió en la realización de monitoreos semanales relevando la fauna entomológica asociada al cultivo. Se contabilizaron los individuos de las especies perjudiciales presentes en tres estratos de la planta, correlacionándose sus niveles poblacionales con los factores ambientales más importantes (temperatura y precipitaciones). Se mencionan las principales especies benéficas halladas.

S. G. BADO. INTA EEA Chubut. Ex ruta 25km 1480. (9100) Trelew. Chubut. ARGENTINA. E-mail: sbado@chubut.inta.gov.ar  
A. COLOMBO. Cátedra Zoología Agrícola. Facultad de Agronomía (Universidad de Buenos Aires). Av. San Martín 4453 (C1417DSQ) Cap. Fed. ARGENTINA  
F. VILELLA. Cátedra Producción Vegetal. FAUBA.

**Palabras clave:** agentes animales perjudiciales, estrato vegetal, fluctuación poblacional, factores climáticos, agentes benéficos.

### INTRODUCCIÓN

*Solanum gilo*, denominada vulgarmente "jiló o jiloeiro", es una solanácea de origen africano cultivada principalmente en Brasil, donde existen unas diez variedades en tamaño y coloración de frutos, los cuales son comestibles y de sabor amargo (Figura 15). Es un cultivo con elevadas exigencias de temperatura y agua, que lo caracterizan como típicamente tropical y hospedante potencial para diversas plagas (PIÇANCO *et al.*, 1997a).

En Argentina, la Cátedra de Producción Vegetal (FAUBA) llevó a cabo ensayos con el fin de conocer sus requerimientos con vistas a su posible introducción como nueva alternativa productiva. Como parte de dichos estudios, resultó de interés el conocimiento de aspectos fundamentales en relación a su

manejo, dentro del cual la sanidad vegetal cobra fundamental importancia dado que su descuido puede significar la pérdida de la cosecha. Además, los estudios sobre poblaciones de insectos plaga, su ciclo de vida, enemigos naturales y dinámica poblacional son de fundamental importancia en el establecimiento de una base ecológica en programas de manejo integrado de plagas (PEDIGO, 1988; DENT, 1991).

El objetivo general del trabajo fue obtener información acerca de la entomofauna asociada al cultivo de *S. gilo*, mientras que los objetivos específicos consistieron en: estudiar la distribución en la planta de las principales especies perjudiciales con fines a ajustar técnicas de muestreo, determinar la fluctuación de sus niveles poblacionales relacionándolos con los principales facto-

res climáticos (temperatura y precipitaciones) y conocer la fauna benéfica asociada al cultivo.

En monitoreos realizados en el estado de Mina Gerais (Brasil). PÍCANÇO *et al.* (1997a) hallaron 21 especies pertenecientes a 6 familias de Homoptera, 37 especies pertenecientes a 12 familias de Heteroptera (PÍCANÇO *et al.*, 1999a), 21 especies pertenecientes a 8 familias de Hymenoptera (PÍCANÇO *et al.*, 1997b) y 49 especies de Coleoptera pertenecientes a 12 familias (PÍCANÇO *et al.*, 1999b). Dichos estudios comprendieron además la relación de las densidades poblacionales con la temperatura del aire, humedad relativa, insolación y precipitaciones.

### MATERIAL Y MÉTODOS

El trabajo se llevó a cabo en un cultivo experimental de *S. gilo* ubicado en el predio de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires. Las plantas fueron ubicadas según el distanciamiento indicado en

plantaciones comerciales, a un metro entre sí por un metro entre hileras.

Se realizaron monitoreos semanales a lo largo de todo el ciclo del cultivo (15 de octubre de 2001 a 8 de mayo de 2002). En cada fecha de muestreo se seleccionaron cuatro plantas al azar. La unidad muestral fue la hoja. Se dividió a la planta en tres estratos (inferior, medio y superior) tomándose una unidad muestral por estrato. Las especies halladas fueron conservadas en frascos con alcohol etílico al 70% para su posterior identificación en laboratorio mediante claves entomológicas y bibliografía apropiada. Se contabilizó la cantidad de frutos con presencia de daños por planta muestreada.

Para establecer diferencias significativas entre las medias poblacionales por estrato en cada fecha de muestreo se utilizó el test de Tukey ( $p \leq 0,05$ ), empleando el programa Statistix versión 4.0.

Los datos de temperaturas (máximas, mínimas y medias) y precipitaciones se obtuvieron de la estación meteorológica de la

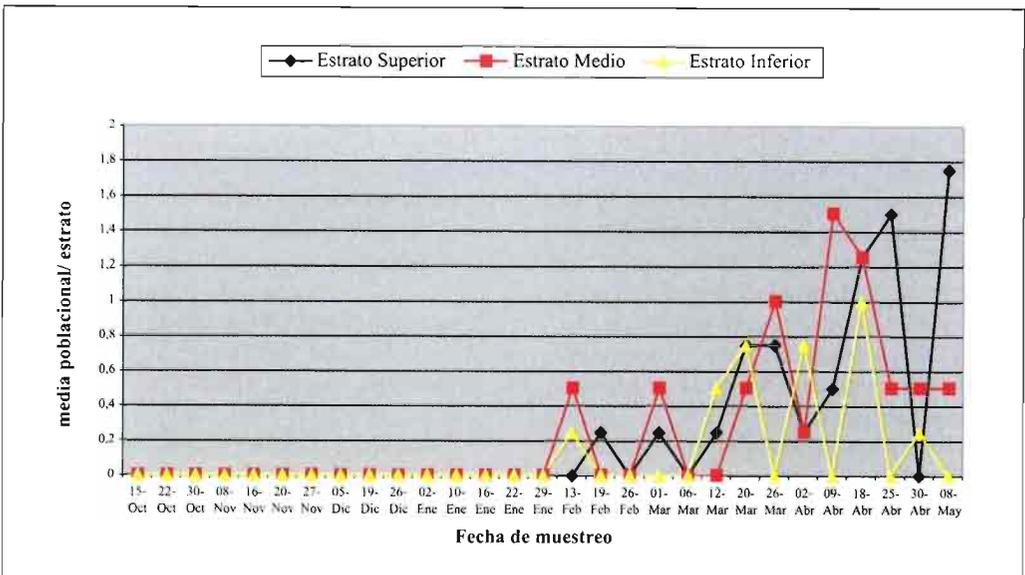


Figura 1. Fluctuación poblacional por estratos de *Arvelius albopunctatus* (Heteroptera:Pentatomidae) sobre *S. gilo* (Solanaceae).

Cuadro 1. Especies animales perjudiciales y benéficas halladas en el cultivo *S. gilo* (Solanaceae)

| CLASE      | ORDEN       | FAMILIA                       | ESPECIE INSECTIL                    | REG. ALIMENTARIO        |
|------------|-------------|-------------------------------|-------------------------------------|-------------------------|
| INSECTA    | COLEOPTERA  | Chrysomelidae                 | <i>Colaspis</i> sp                  | Filófago                |
|            |             | Curculionidae                 | <i>Phyrdenus muriceus</i> (Germ)    | Filófago                |
|            |             | Coccinellidae                 | <i>Cycloneda sanguinea</i> (L.)     | Predador                |
|            |             |                               | <i>Harmonia axyridis</i> (P.)       | Predador                |
|            | HETEROPTERA | Pentatomidae                  | <i>Arvelliuss albopunctatus</i> D.G | Fitosuccívoro           |
|            |             |                               | <i>Edessa mediatubunda</i> Fabr     | Fitosuccívoro           |
|            |             |                               | <i>Nezara viridula</i> L.           | Fitosuccívoro           |
|            |             | Coreidae                      | <i>Phtia picta</i> Dru.             | Fitosuccívoro           |
|            |             | Tingidae                      | <i>Corythaica cyathicollis</i> C.   | Fitosuccívoro           |
|            | HOMOPTERA   | Aphididae                     | <i>Myzus persicae</i> Sulz.         | Fitosuccívoro           |
|            |             |                               | <i>Macrosiphum euphorbiae</i> T.    | Fitosuccívoro           |
|            | ORTOPTERA   | Acrididae                     | <i>Dichroplus maculipennis</i> B.   | Filófago                |
|            | LEPIDOPTERA | Sphingidae                    | <i>Manduca sexta</i> C.             | Filófago                |
| NEUROPTERA | Chrysopidae | <i>Chrysoperla externa</i> H. | Predador                            |                         |
| ARACHNIDA  | ACARI       | Tetranychidae                 | <i>Tetranychus urticae</i> (K.)     | Absorve jugos celulares |

Cátedra de Climatología Agrícola de la Facultad de Agronomía (UBA). Estos parámetros fueron relacionados con los niveles poblacionales de cada especie mediante el cálculo de coeficiente de Pearson, empleando el programa Microsoft Excel 97. Estos cálculos se realizaron entre las medias poblacionales por planta para las especies consideradas de mayor relevancia en cada fecha de observación, con la precipitación acumulada los 4 días previos a cada fecha de muestreo, y entre las medias poblacionales por planta en cada fecha de muestreo, con las temperaturas máximas, medias y mínimas del período estudiado, tanto para todo el ciclo como para un conjunto determinado de observaciones.

## RESULTADOS

Los agentes animales perjudiciales y benéficos hallados en el cultivo de *S. gilo* se presentan en el Cuadro 1, donde se puede observar que la mayor cantidad de especies halladas sobre el cultivo correspondieron al Orden Heteroptera.

Las figuras 1 a 7 muestran la fluctuación poblacional por estrato vegetal de las especies consideradas más importantes, mientras que en las figuras 8 a 14 se pueden observar sus niveles poblacionales medios junto con las fluctuaciones de temperaturas máximas y mínimas registradas en el período.

En el Cuadro 2 se presentan los valores obtenidos para la correlación de Pearson entre los niveles poblacionales medios por planta en cada fecha de observación con la precipitación acumulada los 4 días previos a cada fecha de muestreo, mientras que en el Cuadro 3 se presentan los resultados de la correlación de Pearson entre los niveles

poblacionales medios por planta en cada fecha de muestreo con las temperaturas máximas, medias y mínimas del período estudiado, tanto para todo el ciclo como para un conjunto determinado de observaciones.

*A. albopunctatus* (De Geer) resultó la especie más abundante del cultivo, llegando hacia el final del ciclo a una media poblacio-

Cuadro 2. Correlaciones de Pearson entre medias poblacionales y precipitaciones acumuladas 4 días previos a cada fecha de muestreo.

| Especie Insectil                   | Valor r de Pearson |
|------------------------------------|--------------------|
| <i>Colaspis sp.</i>                | 0,198              |
| <i>Arvellius albopunctatus</i> D.G | 0,431              |
| <i>Edessa mediatubunda</i> F.      | -0,183             |
| <i>Nezara viridula</i> L.          | 0,203              |
| <i>Phitia picta</i> D.             | 0,285              |
| <i>Myzus persicae</i> S.           | -0,079             |
| <i>Dichroplus maculipennis</i> S.  | 0,376              |

Cuadro 3. Correlaciones de Pearson entre las medias poblacionales y las temperaturas del período.

| Especie                            | Datos correlacionados        | Temperatura | Valor r de Pearson | Datos correlacionados | Temperatura | Valor r de Pearson |
|------------------------------------|------------------------------|-------------|--------------------|-----------------------|-------------|--------------------|
| <i>Colaspis sp</i>                 | Todas las fechas de muestreo | T máxima    | 0,049              | Fecha 16 a 29         | T máxima    | 0,05               |
|                                    |                              | T media     | 0,052              |                       | T media     | 0,05               |
|                                    |                              | T. mínima   | 0,05               |                       | T. mínima   | 0,05               |
| <i>Arvellius albopunctatus</i> D.G | Todas las fechas de muestreo | T máxima    | -0,467             | Fecha 16 a 29         | T máxima    | -0,75              |
|                                    |                              | T media     | -0,461             |                       | T media     | -0,7               |
|                                    |                              | T. mínima   | -0,404             |                       | T. mínima   | -0,56              |
| <i>Edessa mediatubunda</i> F.      | Todas las fechas de muestreo | T máxima    | -0,169             | Fecha 16 a 29         | T máxima    | -0,3               |
|                                    |                              | T media     | -0,176             |                       | T media     | -0,3               |
|                                    |                              | T. mínima   | -0,163             |                       | T. mínima   | -0,2               |
| <i>Nezara viridula</i> L.          | Todas las fechas de muestreo | T máxima    | 0,003              | Fecha 16 a 29         | T máxima    | 0,45               |
|                                    |                              | T media     | -0,027             |                       | T media     | 0,37               |
|                                    |                              | T. mínima   | -0,055             |                       | T. mínima   | 0,25               |
| <i>Phitia picta</i> D.             | Todas las fechas de muestreo | T máxima    | 0,033              | Fecha 16 a 29         | T máxima    | -0,07              |
|                                    |                              | T media     | 0,029              |                       | T media     | -0,1               |
|                                    |                              | T. mínima   | 0,021              |                       | T. mínima   | -0,1               |
| <i>Myzus persicae</i> S.           | Todas las fechas de muestreo | T máxima    | -0,077             | Fecha 16 a 29         | T máxima    | -0,2               |
|                                    |                              | T media     | -0,137             |                       | T media     | -0,3               |
|                                    |                              | T. mínima   | -0,137             |                       | T. mínima   | -0,25              |
| <i>Dichroplus maculipennis</i> S.  | Todas las fechas de muestreo | T máxima    | -0,062             | Fecha 16 a 29         | T máxima    | -0,1               |
|                                    |                              | T media     | -0,07              |                       | T media     | -0,1               |
|                                    |                              | T. mínima   | -0,07              |                       | T. mínima   | -0,1               |

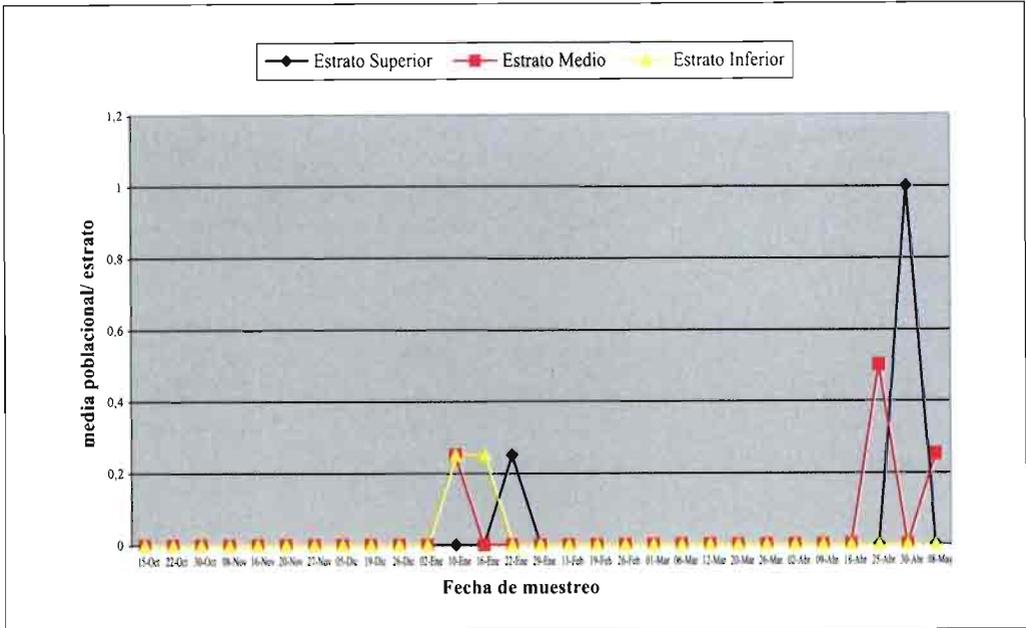


Figura 2. Fluctuación poblacional por estrato de *Edessa meditabunda* (Heteroptera: Pentatomidae) sobre *S. gilo* (Solanaceae).

nal de 3,5 individuos/ planta. Esta especie apareció en el cultivo a fines de enero y permaneció hasta el final del ciclo. Fue hallada en ambas caras de las hojas, sobre tallos y frutos. No se encontraron diferencias significativas entre las medias poblacionales de los diferentes estratos (Figura 1). Se observó una mayor presencia de ninfas en relación a adultos (63,46% de las observaciones correspondieron a ninfas y 36,36% a adultos), lo cual podría indicar o bien una dispersión de los adultos en busca de nuevos hospederos, o bien una gran mortalidad durante la etapa ninfal. Se encontró correlación entre su densidad poblacional y la precipitación acumulada 4 días previos al muestreo ( $r: 0,43$ ) como así también con la temperatura máxima ( $r: -0,75$ ), media ( $r: -0,56$ ) y mínima ( $r: -0,7$ ), lo que indica su preferencia por condiciones de alta humedad ambiental y temperaturas no muy elevadas (Figura 8, Cuadros 2 y 3).

*E. meditabunda* (Fabricius) fue hallada en dos momentos del ciclo: enero y abril. Los

individuos se localizaban sobre ambas caras de las hojas, frutos y tallos. No se encontraron diferencias significativas entre las medias poblacionales de los diferentes estratos estudiados (Figura 2) ni entre su densidad poblacional y los factores climáticos (Figura 9, Cuadros 2 y 3).

*N. viridula* Linnaeus fue hallada desde mediados de febrero hasta fines del ciclo, en ambas caras de las hojas y sobre frutos. La densidad poblacional relevada fue baja ya que en ningún muestreo la media poblacional por planta superó el valor de 0,5. No se observaron diferencias significativas entre los niveles medios poblacionales de los diferentes estratos analizados (Figura 3). Se observó una mayor presencia de ninfas en relación a la de adultos (83,33% de las observaciones correspondieron a la fase ninfal y 16,67% restante a adultos), lo cual indica una gran mortalidad durante el período ninfal, o bien una gran dispersión de los adultos en busca de nuevos hospederos.

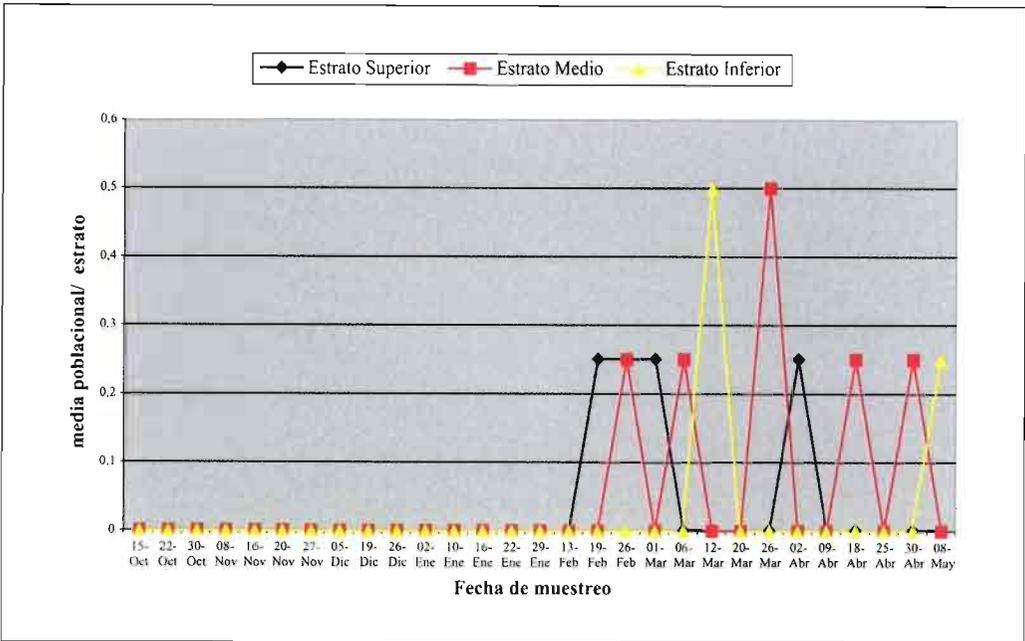


Figura 3. Fluctuación poblacional por estrato de *Nezara viridula* (Heteroptera: Pentatomidae) sobre *S. gilo* (Solanaaceae).

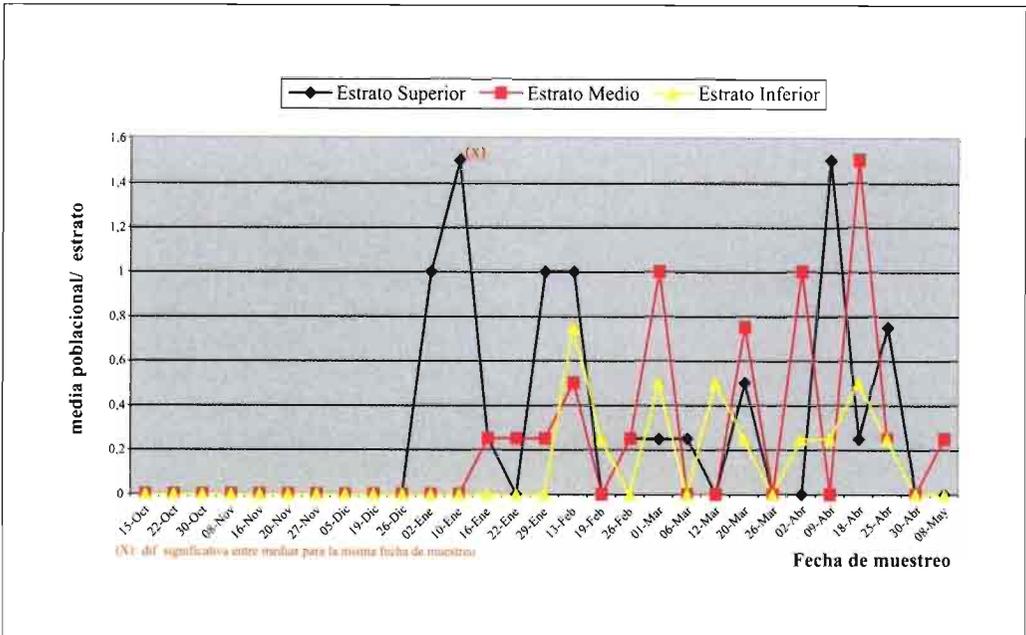


Figura 4. Fluctuación poblacional por estrato de *Phthia picta* (Heteroptera: Coreidae) sobre *S. gilo* (Solanaaceae).

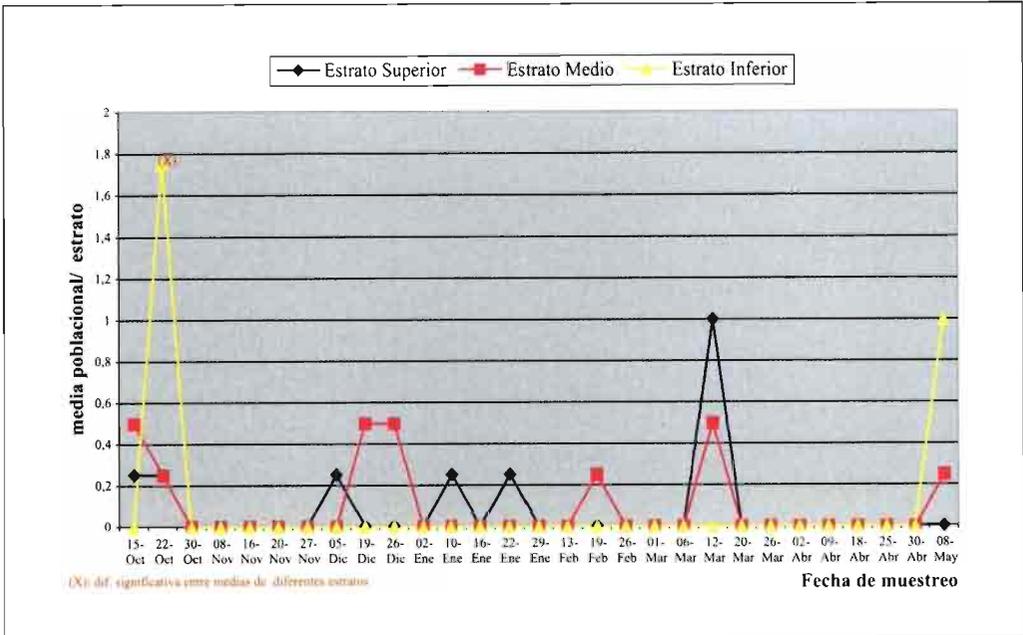


Figura 5. Fluctuación poblacional por estrato de *Myzus persicae* (Homoptera: Aphididae) sobre *S. gilo* (Solanaceae).

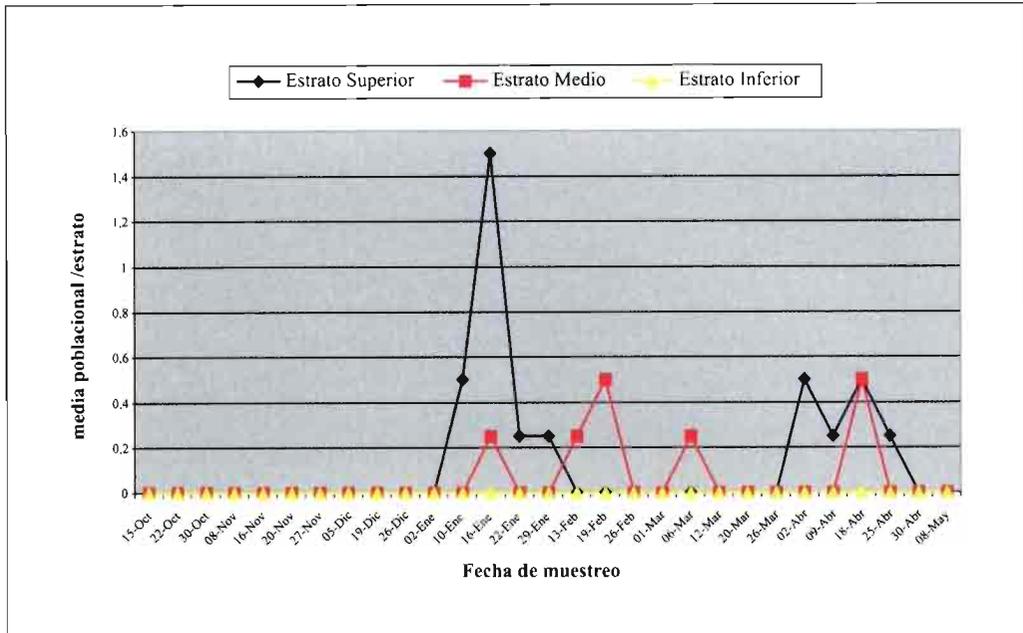


Figura 6. Fluctuación poblacional por estrato de *Colaspis* sp. (Coleoptera: Chrysomelidae) sobre *S. gilo* (Solanaceae).

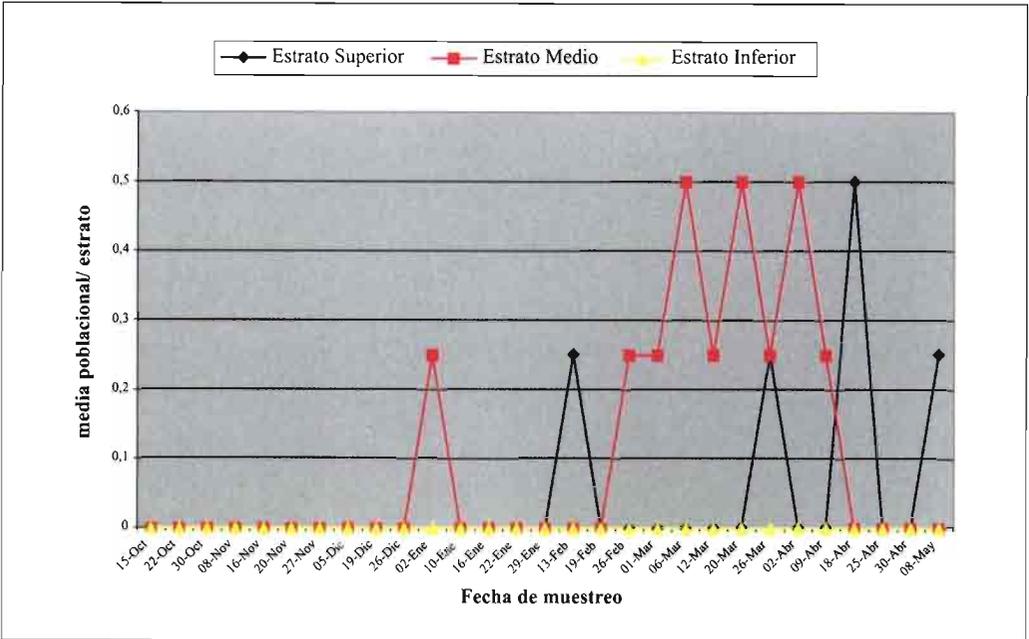


Figura 7. Fluctuación poblacional por estrato de *Dichroplus maculipennis* (Ortoptera: Acrididae) sobre *S. gilo* (Solanaceae).

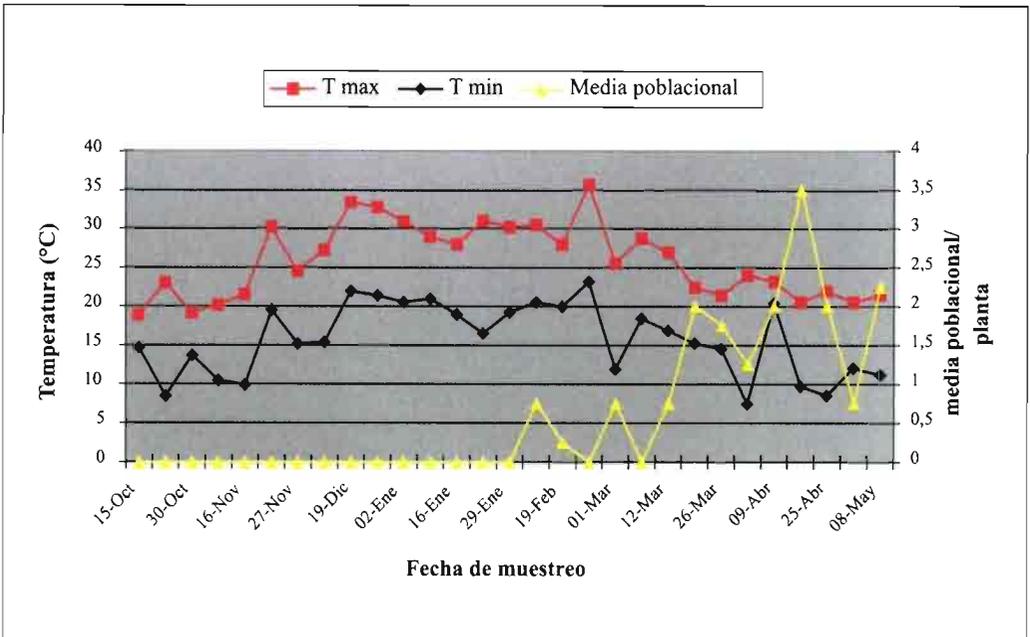


Figura 8. Temperaturas del período y medias poblacionales de *Arvelius albopunctatus* (Heteroptera: Pentatomidae) sobre *S. gilo* (Solanaceae).

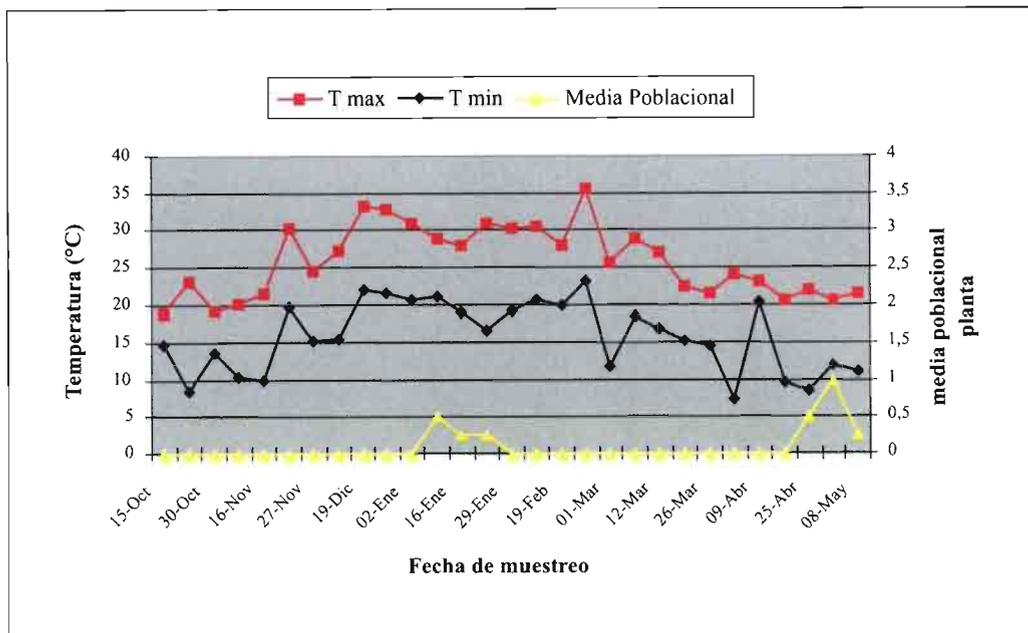


Figura 9. Temperaturas del período y medias poblacionales de *Edessa mediatubunda* (Heteroptera: Pentatomidae) sobre *S. gilo* (Solanaceae).

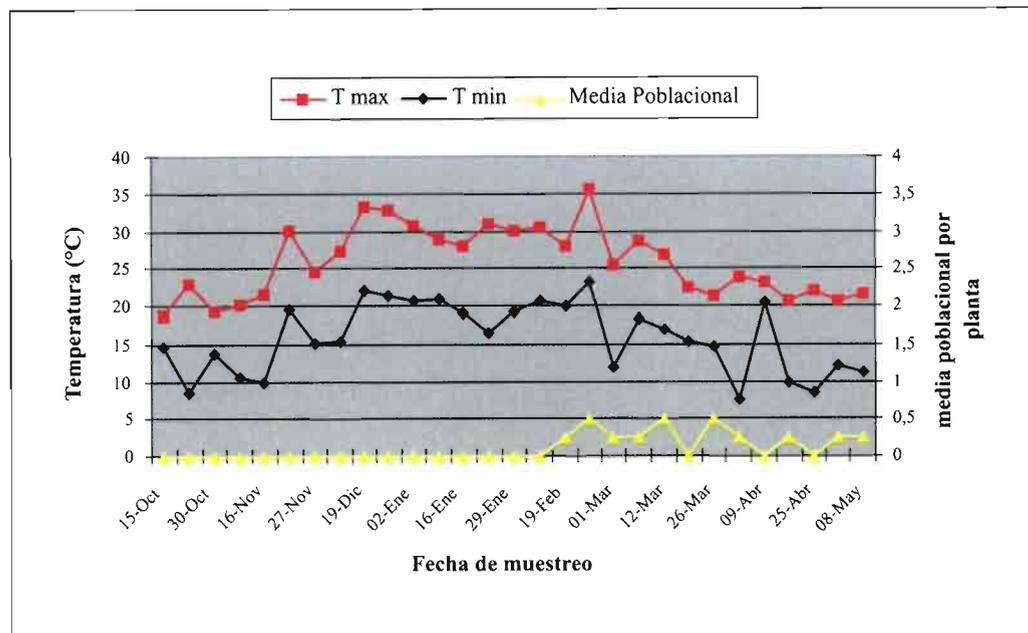


Figura 10. Temperaturas del período y medias poblacionales de *Nezara viridula* (Heteroptera: Pentatomidae) sobre *S. gilo* (Solanaceae).

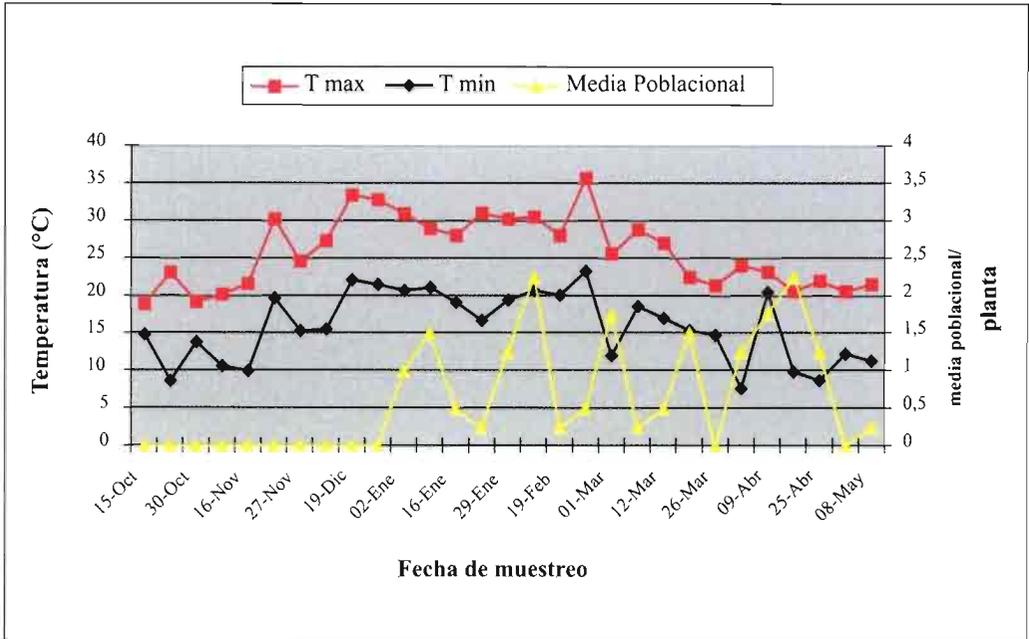


Figura 11. Temperaturas del período y medias poblacionales de *Phthia picta* (Heteroptera: Coreidae) sobre *S. gilo* (Solanaceae).

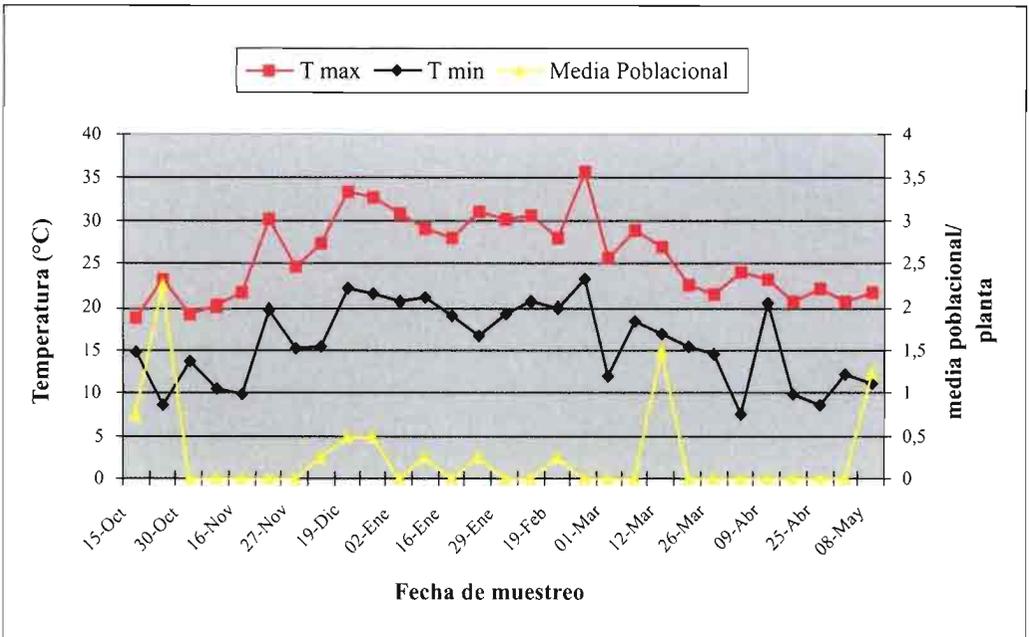


Figura 12. Temperaturas del período y medias poblacionales de *Myzus persicae* (Homoptera: Aphididae) sobre *S. gilo* (Solanaceae).

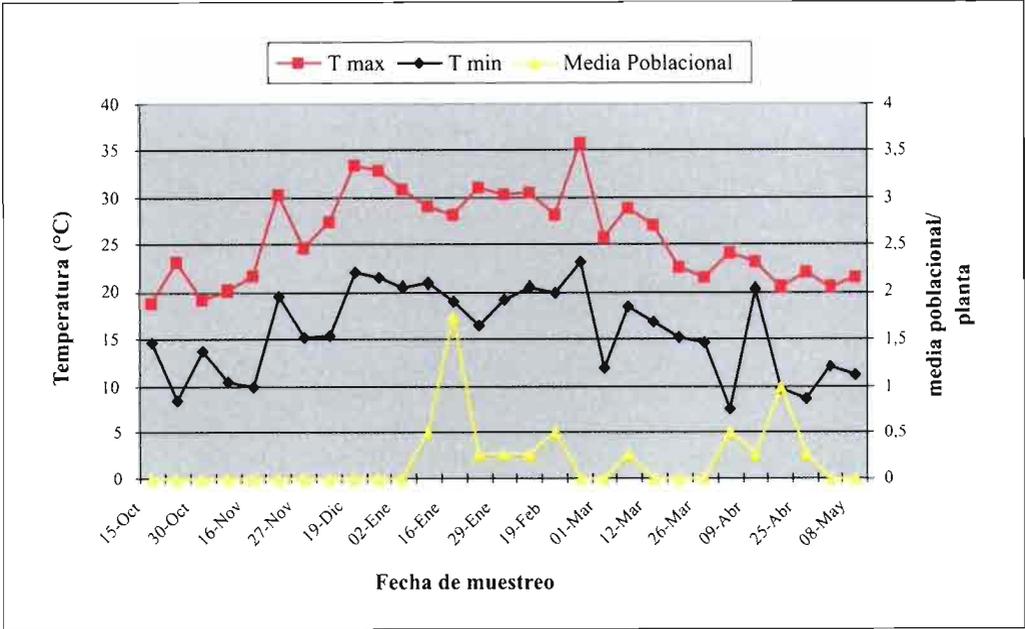


Figura 13. Temperaturas del período y medias poblacionales de *Colaspis* sp. (Coleoptera: Chrysomelidae) sobre *S. gilo* (Solanaeae).

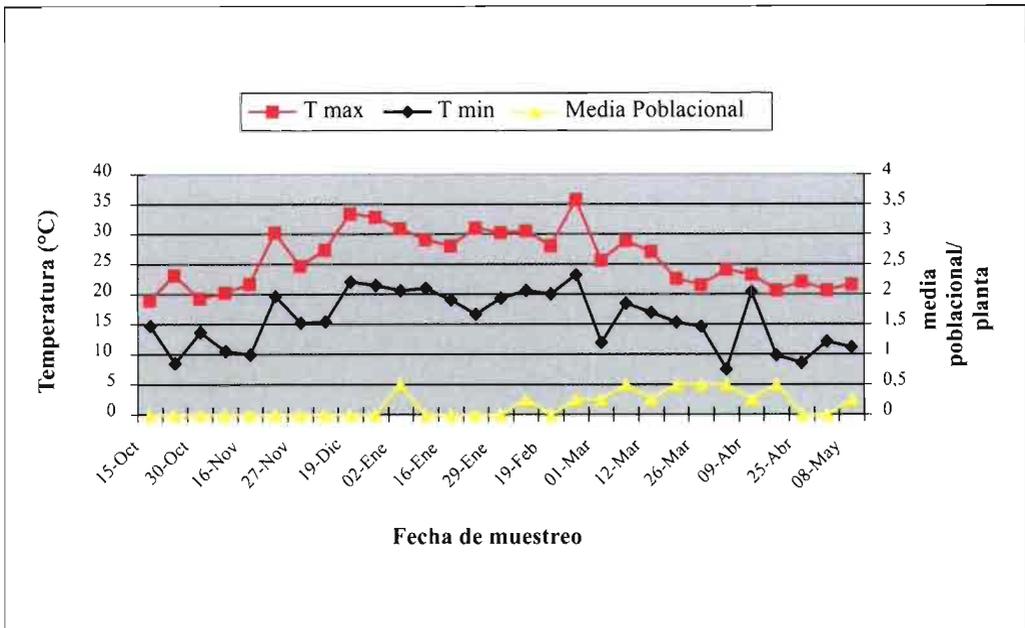


Figura 14. Temperaturas del período y medias poblacionales de *Dichroplus maculipennis* (Orthoptera: Acrididae) sobre *S. gilo* (Solanaeae).

No se halló correlación entre la fluctuación poblacional y ocurrencia de precipitaciones pero sí con las temperaturas máximas del período ( $r: 0,45$ ) (Figura 10, Cuadros 2 y 3).

*P. picta* (Drury) estuvo presente desde fines de diciembre hasta el final del ensayo, siendo hallada también en ambas caras de las hojas, tallos y frutos. Sólo en el undécimo muestreo se encontró diferencia significativa entre los niveles medios poblacionales, siendo mayor la media poblacional del estrato superior (Figura 4). Se observó una mayor presencia de adultos en relación a las ninfas (80,3% de las observaciones correspondieron a adultos y 19,7% a ninfas) lo cual estaría indicando una muy baja mortalidad de ninfas o bien casi nula dispersión de adultos en busca de nuevos hospederos. No se hallaron correlaciones entre su densidad poblacional y los factores climáticos (Figura 11) (Cuadros 2 y 3).

*C. cyathicollis* Costa apareció en el cultivo a mediados de marzo y fue encontrada en 3 oportunidades hasta el final del ciclo, en ambas caras de las hojas las que presentaban un punteado amarillento característico. Si bien se encontraron algunos individuos adultos dispersos, en general se encontró formando grandes colonias. No se realizaron análisis de correlación con factores climáticos ni de diferencias entre medias poblacionales entre estratos debido al bajo número de observaciones realizadas.

*M. persicae* (Sulzer) estuvo presente durante todo el ciclo del cultivo, principalmente en su forma áptera. Esta especie fue hallada en el envés de las hojas tanto en su estado ninfal como adulto. Solamente se encontró diferencia significativa entre los niveles medios poblacionales de los distintos estratos en una fecha, siendo mayor la media correspondiente al estrato inferior (Figura 5). No se hallaron correlaciones entre su densidad poblacional y factores climáticos (Figura 12, Cuadros 2 y 3).

Se hallaron colonias de *M. euphorbiae* (Thomas) en el envés de las hojas, sólo en el último muestreo.

*Colaspis* sp. fue hallada sobre hojas y brotes. Los daños ocasionados fueron importantes, observándose falta de tejido foliar, principalmente sobre brotes tiernos. No se hallaron diferencias significativas entre los estratos de la planta (Figura 6) ni correlaciones entre la fluctuación poblacional y los factores climáticos (Figura 13).

En el mes de noviembre, cuando las plantas presentaban 30 cm de altura, se hallaron adultos de *Phyrdenus muriceus* Germar consumiendo tejido foliar.

*D. maculipennis* (Blanchard) fue encontrada desde el mes de diciembre hasta el final del ciclo. No se hallaron diferencias significativas entre las medias poblacionales entre los distintos estratos (Figura 7) ni correlaciones entre la fluctuación poblacional y los factores climáticos (Figura 14; Cuadros 2 y 3).

Se hallaron algunas larvas de *M. sexta* Linnaeus alimentándose de tejido foliar, produciendo un importante daño por individuo. Datos obtenidos en laboratorio arrojaron un consumo de 150 cm<sup>2</sup> de área foliar durante su último estadio de desarrollo.

*T. urticae* (Koch) fue observada hacia fines de enero, solamente en dos fechas de muestreo. Las colonias de este ácaro fueron halladas en el envés de las hojas, alcanzando a observarse en ocasiones la tela característica que tejen las hembras ante elevadas densidades y el tono bronceado que van adquiriendo las hojas.

En todo el ensayo sólo se registró un fruto dañado por un ave.

Dentro de la fauna benéfica asociada con el cultivo se destacó por su abundancia *C. sanguinea* Linnaeus tanto en su forma larval como adulta. *H. axyridis* Pallas especie de reciente introducción en el país (Saini, 2004), se halló predando *M. persicae* S. y *M. euphorbiae* T. Se hallaron huevos y adultos de *C. externa* (Hagen).

## DISCUSIÓN

PICANÇO *et al.* (1999a) señalan a *A. albopunctatus* como la especie de mayor abun-



Figura 15. Planta de *S. gilo* (Solanaceae).

dancia que ataca frutos de *S. gilo*, cuando prevalecen temperaturas cercanas a 20°C y abundante fructificación, coincidiendo con los resultados hallados en el presente trabajo. También se coincide con los mencionados autores en la presencia de *Colaspis* sp., *C. cyathicollis* C., *C. sanguinea* L., *E. mediabunda* L. y *M. persicae* S. sobre el cultivo (PICANÇO *et al.*, 1997a; 1997b, 1999a; 1999b).

Si bien las chinches fueron halladas sobre los frutos, en ninguno de ellos se evidenciaron daños, como así tampoco se registraron otras especies carpófagas. Esta característica del cultivo de *S. gilo* podría tener su justificación en el considerable grosor que presenta el epicarpio, o bien, en la presencia de compuestos químicos defensivos de la planta. Las especies del género *Solanum* poseen en su constitución química glicoalcaloides como metabolitos secundarios, los que jue-

gan un importante papel en la protección del tejido foliar del ataque por enfermedades y plagas (VALLIN *et al.*, 1996). En bioensayos llevados a cabo con extractos naturales de distintos órganos vegetales de *S. gilo* (tallos, hojas, frutos verdes, frutos rojos) al ser incorporados en la dieta artificial de larvas de *Ceratitis capitata* Wiedmann, la “mosca del mediterráneo”, los extractos de frutos rojos causaron una elevada mortalidad, lo que cual podría relacionarse con su contenido de semioquímicos (BADO *et al.*, 2005). Los frutos de *S. gilo* son consumidos inmaduros (coloración verde) debido al mayor sabor amargo que presentan los frutos maduros (rojos). Esta característica que podría estar asociada a la presencia de alcaloides (MAREGGIANI & BILOTTI, 1997).

## CONCLUSIONES

Las chinches constituyeron las especies más abundantes en el cultivo de *S. gilo*.

Solo los niveles poblacionales de *A. albopunctatus* y *N. viridula* (Heteroptera: Pentatomidae) presentaron correlación con condiciones de temperatura y humedad.

En general no se hallaron diferencias significativas entre los niveles poblacionales de cada especie y los distintos estratos del cultivo, lo que indicaría que para realizar muestreos poblacionales puede tomarse cualquier hoja de la planta al azar.

Los frutos no presentaron daños apreciables lo que podría ser asociado a la presencia de sustancias defensivas.

## ABSTRACT

BADO S. G., A. COLOMBO, F. VILELLA. 2006. Entomofauna associated with *Solanum gilo* Raddi culture (Solanaceae) in Argentina. *Bol. San. Veg. Plagas*, 32: 451-464.

As part of studies held in Argentine so as to know *Solanum gilo* (Raddi, 1825) cultive adaptability to their agro climatic conditions, it became of great importance to take knowledge of possible animal agents which can affect yield. The work consisted in the realization of weekly surveys taking notice of the entomological fauna associated with the cultive. Individuals of harmful species present in three plant stratum were counted, studying the correlation of their population levels with most important environmental factors (temperature and precipitation). Beneficial animal agents found in the cultive are mentioned.

**Key words:** harmful animal agents, vegetable stratum, population fluctuation, climatic conditions, beneficial agents.

## REFERENCIAS

- BADO, S. G., LINARES FIGUEROA, M. A., CLEMENTE, S., CIRIGLIANO, A. 2005. "Determinación de la actividad insecticida de extractos obtenidos de *Solanum gilo* R. (Solanaceae) sobre *Ceratitis capitata* W. (Diptera: Tephritidae)." XII Congreso Latinoamericano y XXVIII Congreso Argentino de Horticultura - 6.7 y 8 de Septiembre en Gral Roca, Prov. Río Negro
- DENT, D. 1991. Insect Pest Management. Dent, D. [ed.]. CAB International, Wallingford, UK. 604 pp.
- MAREGGIANI, G. & BILOTTI, G. 1997. Alcaloides. *En*: Plantas Insecticidas. Secretaría de Publicaciones Centro de Estudiantes de Agronomía de Buenos Aires. Universidad de Buenos Aires, Argentina. 53 pp.
- PEDIGO, L. P. 1988. Entomology and pest management. New York: Macmillan Pub. Co., 646 pp.
- PICANÇO, M., CASALI V., LEITE G., DE OLIVEIRA I. 1997a. Homoptera insects associated with *Solanum gilo* (Raddi,1825). *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*, **32** (4):451-456.
- PICANÇO, M., CASALI V., LEITE G., DE OLIVEIRA I. 1997b. Hymenoptera insects associated with *Solanum gilo* (Raddi,1825). *Revista Brasileira de Zootomologia*, **14** (4):821-829.
- PICANÇO, M., CASALI V., LEITE G., DE OLIVEIRA I. 1999a. Heteroptera insects associated with *Solanum gilo* (Raddi,1825). *Agro-Ciencia*, **15** (1):81-88.
- PICANÇO, M., CASALI V., LEITE G., DE OLIVEIRA I. 1999b. Coleoptera insects associated with *Solanum gilo* (Raddi,1825). *Revista brasileira de Entomologia*, **41** (1-2): 131-137.
- SAINI, E. D. 2004 Presencia de *Harmonia axyridis* (Pal-las) (Coleoptera: Coccinellidae) en la provincia de Buenos Aires. Aspectos biológicos y morfológicos. *Rev. Investig. Agrop. INTA- Volumen 33* (1): 1-10.
- VALLIN, K., SAVAGE, G. P., CONNER, A. J., HELLENAS, K. E., BRANZELL, C. 1996. Glycoalkaloides in a somatic hybrid between *Solanum brevidens* and cultivated potato. *Procc. Nutr. Soc. New Zealand*, **21**: 130-136.

(Recepción: 24 octubre 2005)

(Aceptación: 21 julio 2006)

## Densidade populacional e comportamento de predação de *Orius insidiosus* (Say, 1832) (Hemiptera: Anthocoridae) em agroecossistemas de algodoeiro e milho

S. A. DE BORTOLI, J. E. M. OLIVEIRA

O presente estudo teve como objetivo determinar a densidade populacional e comportamento de predação de *Orius insidiosus* em agroecossistemas de algodoeiro e milho, no município de Jaboticabal, São Paulo. Foram realizadas amostragens em intervalos semanais em plantas a partir de vinte dias após a emergência (DAE), mantendo-se até aos 75 DAE. As amostragens foram feitas ao acaso, tendo como unidade amostrada toda a planta, sendo amostradas vinte plantas por intervalo. A área da amostragem foi de 1.500 m<sup>2</sup>. Foram construídas as curvas de densidade populacional de *O. insidiosus* ao longo do período e registrado o comportamento de predação (tipo de presa) do predador. A densidade populacional de *O. insidiosus* foi decrescendo ao longo do período em algodoeiro, com média inicial de 2,1 insetos/planta e finalizando com 0,5 insetos/planta, atingindo maior pico em plantas com 27 DAE; no milho a densidade foi crescente, atingindo maior pico em plantas com 60 DAE, com média de 3,2 insetos/planta. Em algodoeiro *O. insidiosus* foi observado predando *Aphis gossypii*, *Myzus persicae* e ovos e lagartas de primeiro estágio de *Alabama argillacea*, além de seu comportamento de sucção de seiva; em milho *Myzus persicae*, ovos e lagartas de primeiro estágio de *Spodoptera frugiperda* e *Helicoverpa zea*, e pólen da planta.

S. A. DE BORTOLI, J. E. M. OLIVEIRA. Departamento de Fitossanidade, Laboratório de Biologia e Criação de Insetos/FCAV/UNESP, CEP: 14884-900, Jaboticabal - São Paulo. E-mail: bortoli@fcav.unesp.br e eudes@fcav.unesp.br

**Palavras-chave:** controle biológico, inimigos naturais, percevejo predador, flutuação populacional.

### INTRODUÇÃO

A família Anthocoridae (Hemiptera: Heteroptera) é constituída por pequenos insetos e possui cerca de 600 espécies, que ocupa diversos habitats, desde vegetação nativa até diferentes agroecossistemas (LATTIN, 1999). Entre os vários gêneros que compõe essa família, *Orius* contém um número estimado de 70 espécies de ampla distribuição mundial em diversas culturas, sendo constituído por predadores de pequenos artrópodes como trips, ácaros, mosca-branca, pulgões e ovos de lepidópteros (REZENDE, 1990; LATTIN, 2000;

MENDES & BUENO, 2001; LUDWIG & OETTING, 2001; STUDEBAKER & KRING, 2003). Esses percevejos possuem certas características que os tornam promissores agentes de controle biológico, destacando-se a alta eficiência de busca, habilidade para aumentar a população e agregar-se rapidamente quando há presas em abundância, além de sobreviver em baixa densidade de presas (BUSH *et al.*, 1993).

Os antocorídeos são importantes componentes da fauna predatória, sendo encontrados em uma grande variedade de camadas ou extratos nos ecossistemas naturais, tais como

na serrapilheira, no "forb" e nos extratos arbustivo e arbóreo (SILVEIRA, 2003). A ocorrência de predadores da família Anthoridae associados às culturas ou plantas invasoras está relacionada com, além da presença de presas, também dos recursos alimentares alternativos (STONER, 1970).

As espécies de *Orius* são comumente encontradas em cultivos em quase todo o mundo. Entretanto, segundo LATTIN (2000), pouco é conhecido quanto a fauna regional de espécies presentes em plantas cultivadas ou invasoras, especialmente aquelas da África, América Central e do Sul.

As espécies do gênero *Orius* são caracterizadas pelo grupo de pequenos percevejos com formato achatado e oval, medindo cerca de 1,27 a 2,93 mm de comprimento por 0,64 a 1,12 mm de largura. Sua coloração é variável, de amarelo claro ao preto, passando por vários tons de marrom (KELTON, 1963; HERRING, 1966).

*Orius insidiosus* é considerado uma espécie generalista, possuindo habilidade de se alimentar de diferentes presas, o que o torna apto à exploração do ecossistema e a sobreviver naturalmente. O tipo de alimento pode interferir em vários parâmetros biológicos desse predador, como sobrevivência, longevidade, fecundidade e viabilidade dos ovos, podendo inclusive levá-lo a não completar o desenvolvimento (RICHARDS & SCHMIDT, 1996; BUENO, 2000). A fecundidade de *O. insidiosus* é diretamente afetada pelo alimento, sendo esse um fator que influencia diretamente o rápido aumento de sua população (KIMAN & YEARGAN, 1985; RICHARDS & SCHMIDT, 1996).

As fêmeas de *O. insidiosus* ovipositam endofiticamente em uma grande variedade de substratos naturais, como vagens de leguminosas, caules de feijão, brotos de batata, inflorescências de picão (*Bidens pilosa*), pecíolos de folhas de algodoeiro, folhas de gerânio, pepino, batateira, entre outros (BUENO, 2000).

Os adultos são bons voadores e, como as ninfas, movimentam-se rapidamente na planta a procura de suas presas. Possuem um

eficiente comportamento de busca, sendo capazes de agregarem-se em áreas de grande densidade da presa, condição essa mais frequente para as ninfas do que para os adultos. São predadores efetivos mesmo em condições de escassez de presas (BUENO, 2000).

A habilidade de espécies de *Orius* usarem pólen como alimento alternativo ou adicional é um ponto importante em relação ao seu uso prático em programas de manejo integrado. O florescimento de plantas é uma característica que leva a um aparecimento de espécies de *Orius*, justificado pela presença do pólen, que é uma fonte de alimento alternativo para esses predadores na escassez de presas. Também, a importância das comunidades de plantas invasoras para a manipulação de populações de insetos em agroecossistemas é bastante grande em relação à sobrevivência e atividade de inimigos naturais, especialmente para as espécies desse predador.

Assim, o presente estudo teve como objetivo registrar as espécies de *Orius* que ocorrem em agroecossistemas de algodão e milho, na região de Jaboticabal, SP, bem como seu comportamento nesses ambientes.

## MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em condições de campo na área experimental do Departamento de Fitossanidade da FCAV/UNESP, em latitude de 21°15'22"S, longitude 48°18'58"W e altitude de 595 metros.

As coletas de predadores do gênero *Orius* foram realizadas em cultivos de algodão e milho no município de Jaboticabal-SP, no período de fevereiro a abril de 2004. Durante o período de avaliação, os plantios de algodão e milho não receberam tratamentos fitossanitários.

Foram realizadas amostragens em plantas, semanalmente, a partir de vinte dias após a emergência (DAE) e mantendo-se até aos 75 DAE. As amostragens foram feitas ao acaso, tendo como unidade amostrada toda a planta. Para cada cultura foram amostradas vinte plantas por intervalo. A área da amos-

tragem foi de 1.500 m<sup>2</sup> para cada cultura (Figura 1).

Os predadores foram coletados com auxílio de um aspirador e transferidos para recipientes, em seguida levados ao laboratório, acondicionados em frascos com álcool 70% para conservação e preparo para o envio ao especialista.

Os espécimes coletados foram enviados ao Dr. Luis Cláudio Paterno Silveira, APTA-Centro Norte, Pindorama-SP, para identificação em nível de espécie, sendo confirmado como pertencendo à espécie *Orius insidiosus* (Say, 1832) (Hemiptera: Anthocoridae).

Foram construídas as curvas de densidade populacional de *O. insidiosus* ao longo do período e registrado o comportamento de predação (tipo de presa) do predador para cada cultura.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A densidade populacional de *O. insidiosus* em algodoeiro foi decrescendo ao longo do período, com média inicial de 2,1 insetos/planta, e finalizando com 0,5 inseto/plan-

ta (Figura 2a), enquanto que no milho a densidade foi crescente, atingindo maior pico em plantas com 60 DAE, com média de 3,2 insetos/planta (Figura 2b).

Em algodoeiro *O. insidiosus* foi observado predando *Aphis gossypii* e *Myzus persicae*, ovos e lagartas de primeiro estágio de *Alabama argillacea* e em milho *Myzus persicae*, ovos e lagartas de primeiro estágio de *Spodoptera frugiperda* e *Helicoverpa zea*, além de pólen da planta (Figura 3a).

O pico de maior densidade do predador, em algodoeiro, ocorreu no início da cultura, geralmente teve associado à ocorrência e ao aumento da densidade populacional de pulgões, considerado praga alvo desse predador nessa cultura. Dentre as pragas que ocorrem em períodos iniciais de desenvolvimento na cultura o algodoeiro, destaca-se a presença de espécies pragas, particularmente afídeos que geralmente ocorrem em infestações iniciais da cultura, além de mosca branca e tripses (CALCAGNOLO & SAUER, 1954). Dessa forma, essa correlação entre o aumento da idade das plantas de algodoeiro e diminuição da densidade do predador *O.*

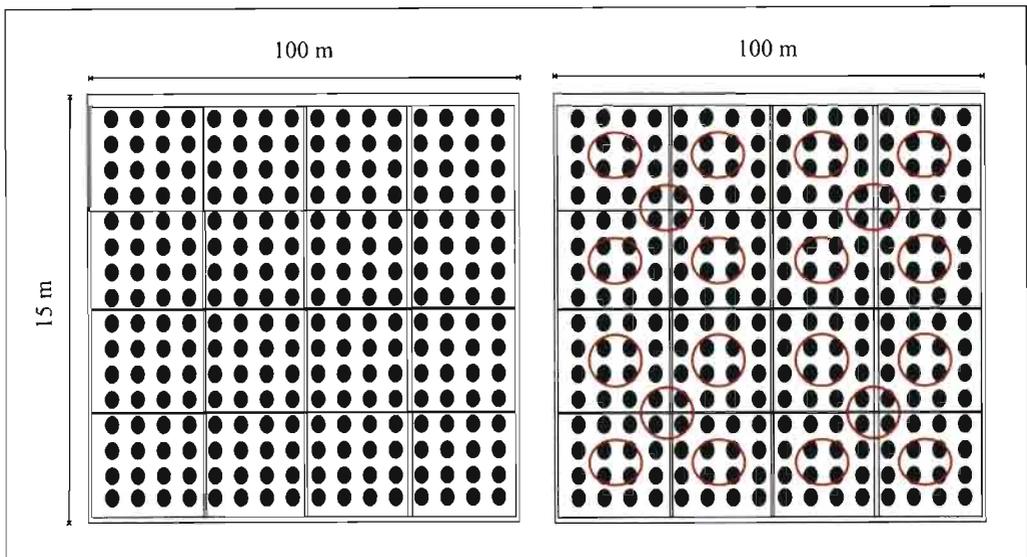


Figura 1. Esquema das áreas amostradas e pontos de amostras e coletas de *Orius insidiosus* em relação a diferentes idades de plantas de algodoeiro e milho. Jaboticabal, São Paulo, 2006.

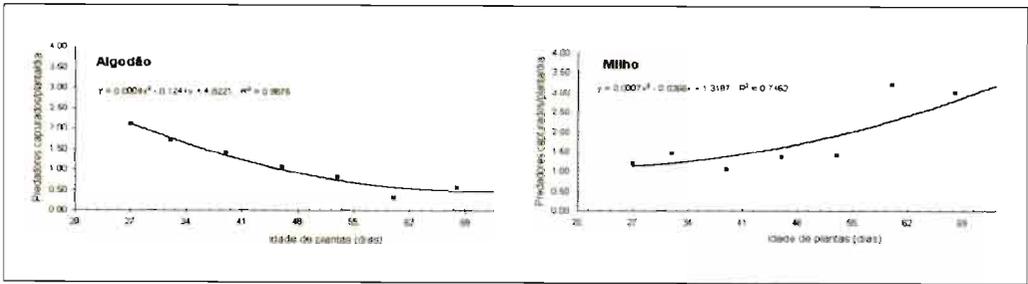


Figura 2. Número de *Orius insidiosus* capturados em relação a diferentes idades de plantas de algodoeiro (a) e milho (b). Jaboticabal, São Paulo, 2006.

*insidiosus* pode ser justificada pela ausência das pragas alvos do predador em épocas mais tardia da cultura, pois a medida que a cultura vai avançando em seu ciclo de desenvolvimento a presença dessas pragas alvo tende a diminuir.

Em milho, o pico de maior densidade do predador se deu em época mais tardia (Figura 2b) quando comparado ao agroecossistema do algodoeiro (Figura 2a). Esse fato é justificado pela época em que a cultura estava em período de emissão de pólen e por apresentar uma área foliar mais volumosa, propiciando um ambiente favorável ao abrigo do predador (SILVEIRA, 2003). ISENHOUR & YEARGAN (1981) encontraram grandes quantidades desse predador com flutuação populacional constante na época da emissão do botão floral. Esses autores relataram que

a abundância de *O. insidiosus* na cultura do milho deve-se à presença de pólen e de tripses nas suas estruturas florais. Em cultivos de milho, a presença de *O. insidiosus* aumenta no período da emissão da espiga e do pendão (DICKE & JARVIS, 1972; ISENHOUR & YEARGAN, 1981). Quando se amostrou o pendão de milho foram encontrados maiores números do predador em comportamento de busca ou consumindo pólen (Figura 3b), fato esse ocorrido em muitas ocasiões de coleta, o que corrobora as observações de vários pesquisadores (DICKE & JARVIS, 1972; ISENHOUR & YEARGAN, 1981; REID & LAMPMAN, 1989; SILVEIRA, 2003). Além disso, segundo REID & LAMPMAN (1989), os estilostigmas (“cabelo”) das espigas de milho são altamente atrativos a *O. insidiosus* pela emissão de vários com-

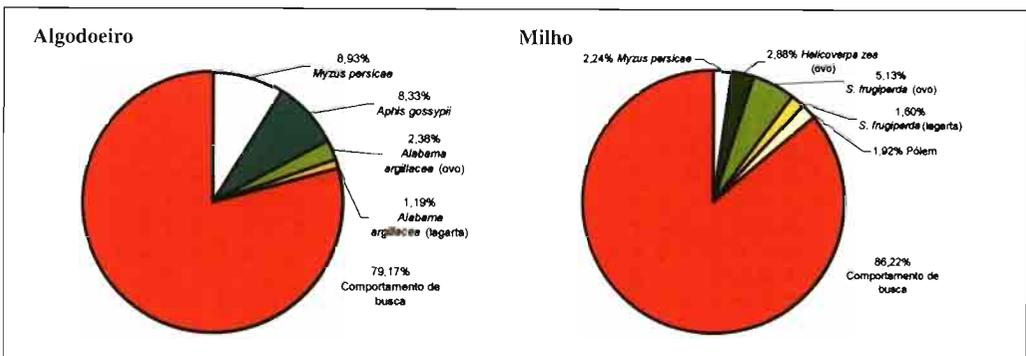


Figura 3. Comportamento de predação de *Orius insidiosus* em relação aos agroecossistemas de algodoeiro (a) e milho (b) e o tipo de presa. Jaboticabal, São Paulo, 2006.

postos, sobretudo aldeídos aromáticos, o que pode também atrair estes insetos para a cultura. COREY *et al.* (1998) estudaram o conteúdo do aparelho digestivo de *O. insidiosus* coletado em campos de milho, concluindo que antes da emissão do pendão, o predador se alimenta principalmente de tripes, mas que o pólen é seu principal alimento durante a floração da cultura.

Dentro de agroecossistemas, a diversidade, bem como o aumento das plantas produtoras de pólen e néctar aumenta a diversidade de inimigos naturais sobre as pragas (BAGGEN *et al.*, 1999). Aumentando a diversidade de plantas no habitat, propicia-se aos inimigos naturais maiores chances de abrigo em condições adversas, uma vez que se cria um microclima adequado ao surgimento de presas e alimentos alternativos, contribuindo para a conservação de predadores (ARNÓ *et al.*, 2000; CORTESERO *et al.*, 2000; LANDIS *et*

*al.*, 2000). Também a distribuição espacial entre diferentes plantas cultivadas e entre aquelas cultivadas e invasoras igualmente promovem condições favoráveis para o estabelecimento, conservação e reprodução de inimigos naturais (CROCOMO, 1990; GRAVENA, 1992). Assim, conforme constatado neste trabalho, observou-se que plantas cultivadas no campo, como algodão e milho, são hospedeiras de predador *O. insidiosus* e promovem a conservação do mesmo nesses ambientes.

## AGRADECIMENTOS

A FAPESP – Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo, pelo suporte financeiro e bolsa concedida a José Eudes de Moraes Oliveira (Proc. n. 03/11924-7), e ao Dr. Luís Cláudio Paterno Silveira (APTA-Centro Norte) pela identificação do predador.

## RESUMEN

DE BORTOLI S. A., J. E. M. OLIVEIRA. 2006. Densidad de población y comportamiento de *Orius insidiosus* (Say, 1832) (Hemiptera: Anthocoridae) en cultivos de algodón y maíz. *Bol. San. Veg. Plagas*, 32: 465-471.

El objetivo de esta investigación era determinar la densidad de población y el comportamiento depredador de *Orius insidiosus* en cultivos de algodón y maíz en Jaboticabal, SP. Tras detectar la presencia de *O. insidiosus*, se realizaron muestreos con intervalo semanal, desde el día 20 y hasta el día 75 después de la emergencia (DAE) de las plantas. La unidad muestral fue una planta completa y cada muestra consistió en 20 plantas tomadas ao azar. El área de muestreo era 1.500 m<sup>2</sup>. Se construyeron las correspondientes curvas de densidad de población y se registró el comportamiento depredador de *O. insidiosus* (el tipo de presa). La densidad de población disminuyó a lo largo del periodo en algodón, con una media inicial de 2.1 insectos/planta y acabando con 0,5 insectos/planta y el pico de máxima densidad se alcanzó en el día 27 DAE. En el maíz, la densidad fue creciendo, alcanzó el máximo, 3.2 insectos/planta, en el día 60 DAE. En algodón, se observó que *O. insidiosus* depredaba *Aphis gossypii*, *Myzus persicae*, huevos y larvas de 1<sup>a</sup> edad de *Alabama argillacea* así como también picaba a la planta. En maíz, se observó que *O. insidiosus* depredaba *M. persicae*, huevos y larvas de 1<sup>a</sup> edad de *Spodoptera frugiperda* y *Helicoverpa zea* y también se alimentaba del polen de la planta.

**Palabras clave:** control biológico, enemigos naturales, depredadores, densidad de población.

## ABSTRACT

DE BORTOLI S. A., J. E. M. OLIVEIRA. 2006. Populational density and predating behavior of *Orius insidiosus* (Say, 1832) (Hemiptera: Anthocoridae) on cotton and corn crop systems. *Bol. San. Veg. Plagas*, 32: 465-471.

The objective of this research was to determine population density and *Orius insidiosus* feeding behavior in cotton and corn crop-systems in Jaboticabal, SP. Plants were sampled for these insects on a weekly basis from 20 to 75 days after emergence (DAE). Twenty whole plants were sampled each evaluation time. The sampling area was 1.500 m<sup>2</sup>. Population response curve was built for the period and the predator feeding behavior was registered (prey type). *O. insidiosus* density decreased along the period on cotton, with initial mean of 2.1 insects/plant and ending in 0.5 insects/plant reaching the highest number on 27 DAE. In corn, the density reached the highest number on 60 DAE (mean=3.2 insects/plant). On cotton, *O. insidiosus* was observed predated *Aphis gossypii*, *Myzus persicae*, eggs and 1<sup>st</sup> instar of *Alabama argillacea* caterpillars. Also, sap suction pattern was determined. On corn, *O. insidiosus* was observed predated *Myzus persicae*, eggs, 1<sup>st</sup> instar of *Spodoptera frugiperda* caterpillars and *Helicoverpa zea*, and feeding on plant pollen.

**Key words:** biological control, natural enemies, minute pirate bug, population density.

#### REFERÊNCIAS

- ARNÓ, J., ARIÑO, J., ESPAÑOL, R., MARTI, M., ALOMAR, O. 2000. Conservation of *Macrolophus caliginosus* Wagner (Het. Miridae) in commercial greenhouses during tomato crop-free periods. *IOBC/WPRS Bulletin*, **23** (1): 241-246.
- BAGGEN, L. R., GURR, G. M., MEATS, A. 1999. Flowers in tri-trophic systems: mechanisms allowing selective exploitation by insect natural enemies for conservation biological control. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, Dordrecht, **91** (1): 155-161.
- BUENO, V. H. P. 2000. Desenvolvimento e multiplicação de percevejos predadores do gênero *Orius* Wolff. p. 69-90. BUENO, V.H.P. (Ed.) Controle biológico de pragas: Produção massal e controle de qualidade. Lavras, UFLA, 196p.
- BUSH, L., KRING, T. J., RUBSESON, J. R. 1993. Suitability of greenbugs, cotton aphids, and *Heliothis virescens* eggs for the development and reproduction of *Orius insidiosus*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, Dordrecht, **67** (2): 217-222.
- CALCAGNOLO, G., SAUER, H. F. G. 1954. A influência do ataque dos pulgões na produção do algodão (*Aphis gossypii* Glover 1876, Hom. Aphididae). *Arquivos do Instituto Biológico*, São Paulo, **21** (2): 85-99.
- COREY, D., KAMBHAMPATI, S., WILDE, G. 1998. Electrophoretic analysis of *Orius insidiosus* (Hemiptera: Anthocoridae) feeding habits in field corn. *Journal of the Kansas Entomological Society*, Lawrence, **71** (1): 11-17.
- CORTESERO, A. M., STAPEL, J. O., LEWIS, W. J. 2000. Understanding and manipulating plant attributes to enhance biological control. *Biological Control*, San Diego, **17** (1): 35-49.
- CROCOMO, W.B. (Ed.). 1990. Manejo integrado de pragas. São Paulo: Ed. UNESP, 350p.
- DICKE, F. F., JARVIS, J. L. 1972. The habitats and abundance of *Orius insidiosus* (Say) (Hemiptera-Heteroptera: Anthocoridae) on corn. *Journal of the Kansas Entomological Society*, Lawrence, **35** (4): 339-344.
- GRAVENA, S. 1992. Controle biológico no manejo integrado de pragas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, **27** (4): 281-299.
- HERRING, J. L. 1966. The genus *Orius* of the Western Hemisphere (Hemiptera: Anthocoridae). *Annals of Entomological Society of America*, Lanham, **59** (6): 1093-1109.
- ISENHOUR, D. J., YEARGAN, K. V. 1981. Effect of crop phenology on *Orius insidiosus* populations on strip-cropped soybean and corn. *Journal of Georgia Entomological Society*, Gainesville, **16** (3): 310-322.
- KELTON, L. A. 1963. Synopsis of the genus *Orius* Wolff in America north of Mexico (Heteroptera: Anthocoridae). *The Canadian Entomologist*, Ottawa, **95** (6): 631-636.
- KIMAN, Z. B., YEARGAN, K. V. 1985. Development and reproduction of the predator *Orius insidiosus* (Hemiptera: Anthocoridae) reared on diets of selected plant material and arthropod prey. *Annals of the Entomological Society of America*, Lanham, **78** (4): 464-467.
- LANDIS, D. A., WRATTEN, S. D., GURR, G. M. 2000. Habitat management to conserve natural enemies of arthropod pests in agriculture. *Annual Review of Entomology*, Palo Alto, **45** (1): 175-201.
- LATTIN, J. D. 1999. Bionomics of the Anthocoridae. *Annual Review of Entomology*, Palo Alto, **44** (1): 207-231.
- LATTIN, J. D. 2000. Economic importance of minute pirate bugs (Anthocoridae), p. 607-637. In C.W.S. Schoefer, A.R. Panizzi (eds.), *Heteroptera of economic importance*. Florida, CRC Press, 828p.
- LUDWIG, S., OETTING, R. 2001. Effect of spinosad on *Orius insidiosus* (Hemiptera: Anthocoridae) when used for *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae) control on greenhouse pot chrysanthemums. *Florida Entomologist*, Gainesville, **84** (2): 311-313.
- MENDES, S. M., BUENO, V. H. P. 2001. Biologia de *Orius insidiosus* (Say) (Hemiptera: Anthocoridae) alimentado com *Caliothrips phaseoli* (Hood) (Thysanoptera: Thripidae). *Neotropical Entomology*, Londrina, **30** (3): 423-428.

- REID, C. D., LAMPMAN, R. L. 1989. Factory responses of *Orius insidiosus* (Hemiptera: Anthocoridae) to volatiles of corn silks. *Journal of Chemical Ecology*, New York, **15** (4): 1109-1115.
- REZENDE, M. F. O. 1990. Biologia e consumo alimentar de *Orius insidiosus* (Say, 1832) (Hemiptera: Anthocoridae) sobre duas presas diferentes. 73 f. (Dissertação – Mestrado em Fitossanidade), - Universidade Federal de Lavras. Lavras, 73 f., 1990.
- RICHARDS, P. C., SCHMIDT, J. M. 1996. The effect of select dietary supplement on survival and reproduction of *Orius insidiosus* (Say) (Hemiptera: Anthocoridae). *The Canadian Entomologist*, Ottawa, **128** (2): 171-176.
- SILVEIRA, L. C. P. 2003. Registro e associação de espécies de *Orius* Wolff com tripes, influência do fotoperíodo na reprodução e avaliação de *Orius insidiosus* (Say, 1832) (Hemiptera: Anthocoridae) no controle biológico de tripes (Thysanoptera) em casa-de-vegetação. 2003. 116f. Tese (Doutorado em Agronomia/Entomologia) - Universidade Federal de Lavras. Lavras, 116f., 2003.
- STONER, A. 1970. Plant feeding by a predaceous insect, *Geocoris puncticeps*. *Journal of Economic Entomology*, Lanham, **63** (6): 1911-1915.
- STUDEBAKER, G. E., KRING, T. J. 2003. Effects of insecticides on *Orius insidiosus* (Hemiptera: Anthocoridae), measured by field, greenhouse and petri dish bioassays. *Florida Entomologist*, Gainesville, **86** (2): 178-185.

(Recepción: 6 febrero 2006)

(Aceptación: 17 julio 2006)



## Levantamento e análise faunística e determinação de índices ecológicos de artrópodes em diferentes comunidades

J. E. M. OLIVEIRA, S. A. DE BORTOLI

Objetivou-se neste estudo conhecer a entomofauna presente nas comunidades de feijão (*Vigna unguiculata*), milho (*Zea mays*), batata-doce (*Ipomea batatas*) e mandioca (*Manihot esculenta*) visando caracterizar estas comunidades, através dos índices ecológicos: frequência; constância; abundância e índice de diversidade de Shannon-Winer. Coletaram-se 2.080 indivíduos de 86 espécies ou grupos, utilizando-se armadilha de solo "tipo fossa". Em milho observou-se 87,23% de espécies não frequentes; 8,51% frequentes, 4,25% pouco frequentes, e dezesseis, doze e 19 espécies, muito constantes, constantes e pouco constantes, respectivamente, além de 59,57% raras; 19,51% comuns; 8,51% dispersas; 8,51% muito abundantes e 4,25% abundantes. No feijoeiro ocorreram 82,35% de espécies não frequentes; 5,88% pouco frequentes e 11,76% frequentes, sendo 19 espécies muito constantes, oito constantes e oito pouco constantes, e 74% raras; 9,8% comuns; 8,51% dispersas; 7,84% muito abundantes e 1,96% abundante. Em batata-doce apresentou 82,05% de espécie não frequentes; 12,82% frequentes e 5,13% muito frequentes, verificando-se nove espécies muito constantes, oito constantes e 22 pouco constantes, além de 79,5% raras; 12,82% comuns; 5,13% muito abundantes e 2,57% como dispersas. Para mandioca ocorreram-se 92,68% espécies não frequentes e 7,31% frequentes, com 16 espécies muito constantes, sete constantes e 18 pouco constantes, sendo 74% das espécies classificadas como raras; 9,8% comuns; 8,51% dispersas; 7,84% muito abundantes e 1,96% abundante. Os índices de diversidade de espécies foram de 3,1844; 3,0380; 2,6572 e 2,9445 espécies para milho, feijão, batata-doce e mandioca, respectivamente, indicando uma possível semelhança em termos de diversidade entre as comunidades.

J. E. M. OLIVEIRA, S. A. DE BORTOLI. Laboratório de Biologia e Criação de Insetos, Departamento de Fitossanidade, FCAV/UNESP, 14884-900, Jaboticabal, SP, Brasil. E-mail: eudes@fcav.unesp.br; bortoli@fcav.unesp.br

**Palavras-chave:** índices ecológicos, ecologia de artrópodes, habitat, agroecossistemas, feijão, milho, batata-doce, mandioca.

### INTRODUÇÃO

No decorrer dos últimos anos, procurouse diversificar e aperfeiçoar formas para o desenvolvimento de tecnologias visando o controle de pragas que considere os princípios ecológicos. O que se notou é que atualmente o sistema que melhor corresponde a essa perspectiva é o manejo integrado de pragas, pois envolve a utilização simultânea de diferentes técnicas de supressão populacional

com o objetivo de manter os insetos numa condição "não praga", de forma econômica e harmoniosa com o ambiente. São vários os princípios adotados para o emprego do manejo de pragas o qual requer, em primeiro lugar, o conhecimento cada vez mais profundo da entomofauna do agroecossistema em foco (CROCOMO, 1990).

Uma análise faunística nos permite caracterizar e determinar uma referida comunidade, determinando assim, diversos índices em

relação às espécies existentes e entre comunidades. Portanto, com o advento do manejo integrado de pragas agrícolas, torna-se cada vez mais necessário o conhecimento das bases ecológicas em que estão fundamentados os agroecossistemas (FORTI, 1990).

Os conceitos ecológicos, básicos para sanar alguns erros do passado, têm sido muito poucos aplicados na entomologia econômica (LÜBECK, 1993), principalmente aqueles relacionados às pesquisas com populações e comunidades (FORTI, 1990).

No estudo da análise faunística de artrópodes tem-se utilizado os mais diferentes modelos de armadilhas para o levantamento das populações. Como não se dispõe de um tipo que sirva para amostrar todas as espécies de insetos, para cada tipo têm sido utilizados, aqueles modelos que melhor se ajustam, em função de algumas informações já conhecidas (CARVALHO, 1984). Dos vários métodos utilizados para levantamento populacional, as armadilhas de solo "tipo fossa" constitui-se em um meio eficiente para estudo da entomofauna.

O presente trabalho teve como objetivo conhecer a metodologia e o entendimento da análise faunística em diversas comunidades, visando caracterizá-las através dos Índices ecológicos: frequência, constância, abundância e índice de diversidade, bem como sua delimitação através do quociente de similaridade de Sørensen, porcentagem de similaridade e índice de similaridade de Mountford.

## MATERIAL E MÉTODOS

As coletas dos insetos foram efetuadas em quatro comunidades, feijoeiro (*Vinga unguiculata*), milho (*Zea mays*), batata-doce (*Ipomoea batatas*) e mandioca (*Manihot esculenta*). Foram realizados levantamentos, utilizando-se doze armadilhas de solo "tipo fossa" adaptada de SILVEIRA NETO *et al.* (1976), com 10 cm de diâmetro e 11 cm de altura. Em cada comunidade foram instaladas três armadilhas em diferentes pontos, sendo estas enterradas, deixando a borda ao nível do solo, com um terço desta armadilha

ocupada com uma solução (água + detergente). Foram realizadas seis coletas, em intervalos de quatro dias.

Nas coletas as armadilhas eram retiradas do solo e o conteúdo do seu interior (água e detergente + insetos) peneirados, e apenas os insetos colocados dentro de frascos de vidros com fixador (álcool 70%), previamente etiquetados para facilitar a identificação ao nível de comunidade, e posteriormente das ordens de cada inseto por comunidade. A identificação está de acordo com BORROR & DELONG (1960) e GALLO *et al.* (2002). Para a caracterização das comunidades, empregou-se, os seguintes índices faunísticos e suas respectivas classificações, de acordo com SILVEIRA NETO *et al.* (1976). A saber: frequência ( $F = ni / N$ ) (não freqüente = NF, pouco freqüente = PF, freqüente = F, muito freqüente = MF, extremamente freqüente = EF); Constância ( $C\% = P / N \times 100$ ) (muito constante = X; constante = Y; pouco constante = Z); Abundância (muito abundante = MA, abundante = A, comum = C, dispersa = D, rara = R) e o índice de diversidade de Shannon-Winer [ $H' = -\sum (Pi \cdot \log \cdot Pi)$ , (onde  $Pi = ni / N$ )].

Para a delimitação das comunidades foram utilizado o quociente de similaridade de Sørensen ( $Qs = 2j / a + b$ ), porcentagem de similaridade ( $S\% = \min(a, b) / X$ ) e o índice de similaridade de Mountford [ $I_1 = 2j / 2a + b - (a + b)j$ ], conforme SILVEIRA NETO *et al.* (1976).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram capturados insetos das seguintes ordens: Hymenoptera, Coleoptera, Orthoptera, Heteroptera, Homoptera, Diptera, Mantodea, além de aranhas e larvas que foram identificadas apenas por grupos. Foram coletados 2.080 indivíduos, divididos em 86 espécies pertencentes as ordens e grupos citados anteriormente. O número total de indivíduos encontrados e distribuídos nas quatro comunidades, durante as seis coletas e separados por ordem e por grupos, foram os seguintes: Hymenoptera (1.388

indivíduos), Coleoptera (299 indivíduos), Aranhas (238 indivíduos), Ortoptera (30 indivíduos), Blatodea (2 indivíduos), Diptera (12 indivíduos), Lepidoptera (4 indivíduos), Homoptera (23 indivíduos), Larvas (80 indivíduos), Mantodea (2 indivíduos) e Heteroptera (2 indivíduos), sendo a espécie Hymenoptera encontrada em maior número em relação as demais ordens e grupos, correspondendo a 66,73% do total de indivíduos (Quadro 1).

### Caracterização das Comunidades Frequência

Na comunidade de milho o índice de frequência foi de 87,23% de espécies não frequente (Nf), 4,25% de espécies pouco frequente (Pf) e 8,51% de espécies frequente (Fr), os índices muito frequente (Mf) e extremamente frequente (Ef), não foram observados. O feijoeiro apresentou um índice de frequência de 82,35% de espécies não frequentes (Nf), 5,88% pouco frequente (Pf) e 11,76% frequente (Fr), sendo que nestas duas comunidades não observados os índices muito frequente (Mf) e extremamente frequente (Ef). A comunidade de batata-doce

apresentou um índice de frequência de 82,05% de espécie não frequentes (Nf), 12,82 % de espécies frequente (Fr) e 5,13% de espécies muito frequente (Mf), os índices pouco frequente (Pf) e extremamente frequente, não foram observado nesta comunidade, enquanto que a cultura da mandioca apresentou 92,68 % de espécies não frequentes (Nf), 7,31% de espécies frequente (Fr), os índices pouco frequente (Pf), muito frequente (Mf) e extremamente frequente (Ef), não foram observados.

SILVEIRA NETO *et al.* (1976), define a frequência como o percentual de indivíduos de uma espécie em relação ao total de indivíduos. Portanto a média do percentual das espécies nas quatro comunidades (milho, feijão, batata-doce e mandioca) são as seguintes: para as espécies não frequente (Nf) 66,28%, para as espécies pouco frequente (Pf) 5,81% as duas agrupadas representam 72,09% de todas as espécies coletadas, as espécies frequentes (Fr) apresentaram um percentual médio de 11,63%, as espécies muito frequente (Mf) 8,14% e a extremamente frequente (Ef) obtiveram uma média de 8,14% as duas ultimas agrupadas repre-

Quadro 1. Total de indivíduos capturados em armadilhas de solo nas comunidades.

| ORDENS         | COMUNIDADES |       |            |       |            |       |            |       | Total       |              |
|----------------|-------------|-------|------------|-------|------------|-------|------------|-------|-------------|--------------|
|                | F           | %     | M          | %     | BD         | %     | MA         | %     | Total*      | %            |
| Coleoptera     | 50          | 9,09  | 141        | 25,58 | 41         | 11,58 | 67         | 10,72 | 299         | 14,37        |
| Aranha         | 87          | 15,81 | 32         | 5,80  | 49         | 13,84 | 70         | 11,2  | 238         | 11,44        |
| Hymenoptera    | 353         | 64,18 | 343        | 62,25 | 242        | 68,36 | 45         | 72,0  | 1.388       | 66,73        |
| Ortoptera      | 10          | 1,81  | 6          | 1,08  | 6          | 1,69  | 8          | 1,28  | 30          | 1,44         |
| Blatodea       | -           | 0,00  | -          | 0,00  | 2          | 0,56  | -          | 0,00  | 2           | 0,09         |
| Diptera        | 1           | 0,18  | 3          | 0,54  | -          | 0,00  | 8          | 1,28  | 12          | 0,57         |
| Lepidoptera    | 4           | 0,72  | -          | 0,00  | -          | 0,00  | -          | 0,00  | 4           | 0,19         |
| Homoptera      | 6           | 1,09  | 7          | 1,27  | 2          | 0,56  | 8          | 1,28  | 23          | 1,10         |
| Larvas         | 37          | 6,72  | 19         | 3,44  | 11         | 3,10  | 13         | 2,08  | 80          | 3,84         |
| Mantodea       | 1           | 0,18  | -          | 0,00  | 1          | 0,28  | -          | 0,00  | 2           | 0,09         |
| Heteroptera    | 1           | 0,18  | -          | 0,00  | -          | 0,00  | 1          | 0,16  | 2           | 0,09         |
| <b>Total**</b> | <b>550</b>  |       | <b>551</b> |       | <b>354</b> |       | <b>625</b> |       | <b>2080</b> | <b>100,0</b> |

F = feijão; M = milho; BD = batata-doce; MA = mandioca.

% Percentagem (por comunidade e total)

\* Número total de indivíduos (por ordem) encontradas nas quatro comunidades.

\*\* Número total de indivíduos encontrada em cada comunidade.

Quadro 2. **Indivíduos (%) relacionados nas quatro comunidades.**

| COMUNIDADE  | Nf    | Pf   | Fr    | Mf   | Ef |
|-------------|-------|------|-------|------|----|
| Milho       | 87,23 | 4,25 | 8,51  | -    | -  |
| Feijão      | 82,35 | 5,88 | 11,76 | -    | -  |
| Batata-doce | 82,05 | -    | 12,82 | 5,13 | -  |
| Mandioca    | 92,68 | -    | 7,31  | -    | -  |
| Média (%)   | 86,07 | 2,53 | 10,1  | 1,28 |    |

Nf = não freqüente;

Pf = pouco freqüente;

Fr = freqüente;

Mf = muito freqüente;

Ef = extremamente freqüente.

sentam 16,28% (Quadro 2). A ordem que se destacou no agrupamento muito freqüente foi a Hymenoptera, encontrando provavelmente condições favoráveis, sendo menos influenciada pela resistência do ambiente, onde foram coletadas em três comunidades, com exceção de batata doce, portanto no mínimo três hipóteses podem ser levantadas, as semelhanças ou as proximidades das comunidades, e a terceira e mais provável que seriam espécies generalistas, pois em 32 espécies apenas três tiveram este comportamento, no caso da comunidade de batata-doce, pode ter sido influenciada por estar situada um pouco distante das demais.

### Constância

Foram constatadas em milho dezesseis espécies de artrópodes muito constante, sendo três Coleoptera, três aranhas, oito Hymenoptera, uma Diptera e uma larva, representando 34% do total de espécies presente nesta comunidade, em se tratando de espécies constantes, foram encontradas doze, sendo três da ordem Coleoptera, seis Hymenoptera, duas Orthoptera e uma larva, representando 25,53% das espécies presentes, e como espécies pouco constante, encontrou-se dezenove espécies, sendo quatro Coleoptera, duas aranhas, sete Hymenoptera, uma Orthoptera, duas larvas e três Homoptera, representando 40,42% do total das espécies presentes. A comunidade de feijão apresentou dezenove espécies muito constante sendo distribuídas da seguinte

forma: três Coleoptera, três aranhas, dez Hymenoptera, uma Orthoptera e duas larvas, representando 37,25% do total, em se tratando de espécies pouco constantes, foram encontradas oito espécies, destas sete são da ordem Coleoptera, seis Hymenoptera, duas Heteroptera, uma Orthoptera, uma Diptera, duas Lepidoptera, duas Homoptera e três larvas, representando 47,05% das espécies, e sendo encontradas oito espécies classificadas como constante, distribuídas nas ordens, Coleoptera com três espécies, uma aranha, duas Hymenoptera, uma Orthoptera e uma larva, representando 15,7 % das espécies encontradas. Em batata-doce foram verificadas apenas nove espécies como muito constante, sendo seis Hymenoptera e três aranhas, representando 23,07% do total das espécies coletadas. Foram classificadas como constantes oito espécies, dessas, duas eram Coleoptera, uma aranha, duas Hymenoptera, uma Orthoptera, uma larva e uma Homoptera, representando 20,51% do total e a grande maioria foram de espécie pouco constante, sendo cinco Coleoptera, onze Hymenoptera, duas Blatodea, três larvas e uma Mantodea, representando 56,41 % das espécies coletadas. Na comunidade de mandioca observou-se dezesseis espécies como muito constante, sendo que dessas três eram Coleoptera, nove Hymenoptera e quatro aranhas, representando 39,02 % do total de espécies, como constante foram verificadas sete espécies, sendo três Coleoptera, duas Hymenoptera, uma Orthoptera e uma Diptera, representando

17,07% das espécies, como espécies pouco constante foram encontrada dezoito, sendo cinco Coleoptera, cinco Hymenoptera, duas Orthoptera, uma Diptera, três larvas e duas Homoptera, representando 43,9% das espécies coletadas.

O índice de constância mostra a percentagem de espécies presentes nos levantamentos efetuados (SILVEIRA NETO, 1976). Neste caso, observa-se que as comunidades de feijão e mandioca, apresentaram o maior percentual de espécies muito constante sendo de 37,5% e 39,02% respectivamente, seguida pela comunidade de milho com 34%, e por fim a comunidade batata-doce, foi a que atingiu menor percentual com 23% das espécies muito constante (Quadro 3).

### Abundância

A comunidade do milho apresentou a maioria das 47 espécies classificadas como rara, com 28 espécies representando 59,57% do total, destas a ordem Hymenoptera foi a que mais se destacou com oito espécies, em seguida foram encontradas nove espécies comuns representando 19,51%, quatro dispersa (8,51%), quatro muito abundante (8,51%) e apenas duas foram classificadas como abundante, sendo uma coleoptera e uma Hymenoptera, representando 4,25%. Em feijão a maioria das espécies classificadas a exemplo do milho apresentou-se como rara, do total de 51 espécies, mais da metade (28) se enquadrava nesta classificação, representando 55% do total de espécies encontradas, destas a ordem Coleoptera foi a que mais se destacou com doze espécies, em seguida foram encontradas cinco espécies comuns representando 9,8% do total das

espécies, três dispersa (8,51%), quatro muito abundante (7,84%), e apenas uma da ordem Hymenoptera foi classificada como abundante, representando 1,96% do total. Quando se estudou batata-doce, foi verificado que também a maioria das suas 39 espécies encontradas, foram classificadas como rara, com 31 espécies, representando 79,5% do total de todas encontradas, destas a ordem Hymenoptera foi a que mais se destacou com quatorze espécies, em seguida foram encontradas cinco espécies comuns representando 12,82%, duas muito abundante (5,13%) e apenas uma espécie classificada como dispersa representando 2,57%, não houve espécie abundante. A comunidade de mandioca a exemplo de milho e feijão apresentou um pouco mais da metade das espécies encontradas classificadas como rara, do total de 41 espécies, 27 se enquadravam nesta classificação, representando 65,85% do total de espécies encontradas, destas a ordem Coleoptera foi a que mais se destacou com doze espécies, em seguida foram encontradas cinco espécies comuns representando 9,8% do total das espécies coletadas, três dispersa (8,51%), quatro muito abundante (7,84%) e apenas uma foi classificada como abundante da ordem Hymenoptera, representando 1,96%. A comunidade de mandioca foi a mais influenciada pelo índice de abundância, das 47 espécies encontradas 12,19% se enquadraram na classificação de muito abundante, enquanto a comunidade de batata-doce apresentou das suas 39 espécies encontradas apenas 5,13% como muito abundante. O quadro 4 mostra o percentual do índice de abundância nas quatro comunidades, em relação a sua classificação.

Quadro 3. Índice de constância (%) nas comunidades, em relação à classificação de constância.

| Comunidade  | X     | Y     | Z     |
|-------------|-------|-------|-------|
| Milho       | 34,00 | 25,35 | 0,42  |
| Feijão      | 37,25 | 15,70 | 47,05 |
| Batata-doce | 23,07 | 20,51 | 56,41 |
| Mandioca    | 39,02 | 17,07 | 43,90 |

X = muito constante, Y = constante e Z = pouco constante

Quadro 4. Índice de abundância (%) nas quatro comunidades.

| Comunidade  | R     | D    | C     | Ab   | Mb    |
|-------------|-------|------|-------|------|-------|
| Milho       | 59,57 | 8,51 | 19,51 | 4,25 | 8,51  |
| Feijão      | 74,00 | 5,90 | 9,80  | 1,96 | 7,84  |
| Batata-doce | 79,50 | 2,57 | 12,82 | 0,00 | 5,13  |
| Mandioca    | 65,85 | 4,87 | 14,63 | 2,43 | 12,19 |

R = rara, D = dispersa, C = comum, Ab = abundante e Mb = muito abundante

Quadro 5. Quociente de similaridade de Sørensen, agrupados em duas comunidades.

| Comunidade  | Feijão | Batata-doce | Mandioca |
|-------------|--------|-------------|----------|
| Milho       | 0,53   | 0,58        | 0,75     |
| Feijão      | -      | 0,51        | 0,61     |
| Batata-doce | -      | -           | 0,52     |

Quadro 6. Percentagem de similaridade agrupados dois a dois nas comunidades.

| Comunidade  | Feijão | Batata-doce | Mandioca |
|-------------|--------|-------------|----------|
| Milho       | 0,023  | 0,033       | 0,070    |
| Feijão      | -      | 0,024       | 0,035    |
| Batata-doce | -      | -           | 0,026    |

Quadro 7. Percentagem de similaridade agrupadas em milho e mandioca com as demais.

| Comunidade       | Feijão | Batata-doce |
|------------------|--------|-------------|
| Milho e Mandioca | 0,030  | 0,031       |
| Feijão           | -      | 0,024       |

Quadro 8. Percentagem de similaridade em milho, mandioca e batata-doce com feijão.

| Comunidade                    | Feijão |
|-------------------------------|--------|
| Milho, Mandioca e Batata-doce | 0,027  |

### Índice de Diversidade

A diversidade de espécies nas comunidades de milho, feijão, batata-doce e mandioca foram: 3,1844; 3,0380; 2,6572 e 2,9445 respectivamente, no entanto quando se comparou feijão e batata-doce, obteve-se uma variância de 0,0183 para a comunidade de feijoeiro e 0,0229 para de batata-doce. Esses resultados indicam que houve uma distribuição muito aproximada de espécies nas quatro comunidades, como também

uma proporção semelhante de indivíduos para cada espécie, mostrando uma proximidade nas comunidades de milho e feijão, batata-doce e mandioca, o que explica uma possível semelhança em termo de diversidade de espécies para cada grupamento de comunidades e de proximidade das áreas das mesmas, merecendo atenção para a comunidade de batata-doce, que apesar do índice ser próximo, mais é inferior aos demais.

### Delimitações das Comunidades

#### Quociente de similaridade de Sørensen

O quociente de similaridade (QS), para as comunidades de milho, feijão, batata-doce e mandioca, foram calculado e comparadas duas a duas. Esse índice, representa a composição das espécies comuns dentro da comunidade. Sendo QS = 0,53 (milho e feijão), QS = 0,58 (milho e batata-doce), QS = 0,75 (milho e mandioca), QS = 0,51 (feijão e batata-doce), QS = 0,61 (feijão e mandioca) e QS = 0,52 (batata-doce e mandioca). Calculou-se o IC (intervalo de confiança) que foi  $IC = 0,5831 \pm 0,262$  a 5 % de probabilidade e  $0,5831 \pm 0,481$  a 1%. O quadro 5, mostra os quociente de similaridade agrupados em duas comunidades, mostrando suas semelhanças e suas interações a nível de comunidade. As comunidades de milho e mandioca mostraram uma provável semelhança entre si.

#### Porcentagem de similaridade

Estes índices quando comparados dois a dois, mostraram que a comunidade de feijão e batata-doce quando relacionada com as outras é que apresentou os menores percentuais (Quadro 6). Quando se relacionou três comunidades observou-se que o melhor percentual de similaridade foi entre milho e mandioca com batata-doce. O baixo percentual de similaridade quando na interação das quatro comunidades, pode ter recebido influência da comunidade de batata-doce, que em todas as trêças formada ela apresentou baixo percentual de associação com as outras.

#### Índice de Similaridade de Mountford

Através do índice de similaridade de Mountford (1962), chegou-se a classificação final (Figura 1), indicando que as comunidades de milho e mandioca apresentaram índice de similaridade de 7,0% enquanto milho e mandioca associado a batata-doce obteve um índice de 3,1%, mostrando pouca semelhança em termos de espécies comuns. A comunidade do feijoeiro apresentou índice de similaridade de apenas 2,7% em relação as outras três comunidades, formando um grupo isolado em termos de espécies

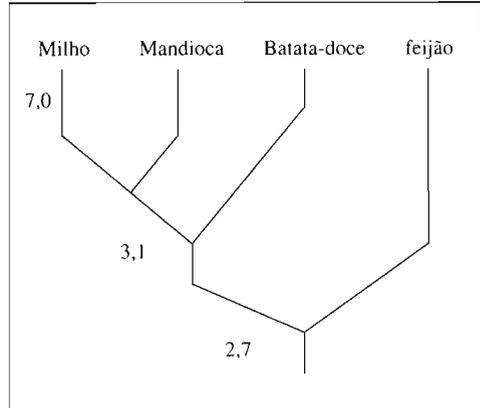


Figura 1. Classificação final baseados no índice de similaridade de Mountford.

comuns, as comunidades de milho e mandioca são as que mais se assemelham.

### CONCLUSÕES

O alto percentual da ordem Hymenoptera, representando 64,18% das espécies, em relação ao total, mostra a importância desta ordem dentro das comunidades.

Apenas na comunidade de batata-doce, apareceram espécies classificadas como muito frequente, logo também foi a que apresentou o maior número de espécies pouco constante.

O quociente de similaridade mostrou que as comunidades de milho e mandioca provavelmente são as mais semelhantes que as outras interações.

A porcentagem de similaridade das quatro comunidades juntas foi de 27%, indicando um baixo número de espécies comuns.

O índice de similaridade mostrou que as comunidades de milho e mandioca agrupadas tiveram o maior percentual, mostrando o maior número de espécies comuns que as outras comunidades.

### AGRADECIMENTOS

A FAPESP – Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo, pelo suporte

financeiro e bolsa concedida a José Eudes de Moraes Oliveira (Proc. n. 03/11924-7) e Ao Prof. Marcelo Gustavo Ruiz (Facultad de

Ciencias Agrárias, Universidad Nacional del Comahue Río Negro – Argentina) pelo auxílio na elaboração do resumen.

## RESUMEN

OLIVEIRA J. E. M. , S. A. DE BORTOLI. 2006. Prospección y análisis faunístico y determinación de índices ecológicos de artrópodos en diferentes comunidades. *Bol. San. Veg. Plagas*, **32**: 473-481.

El objetivo de este estudio fue el de conocer la entomofauna presente en las comunidades de frijol (*Vigna unguiculata*), maíz (*Zea mays*), batata (*Ipomea batatas*) y mandioca (*Manihot esculenta*) para caracterizarlas mediante los siguientes índices ecológicos: frecuencia, constancia, abundancia e índice de diversidad de Shannon-Winer. Se recolectaron 2.080 individuos pertenecientes a 86 especies o grupos, utilizando para ello la trampa de suelo "tipo fosa". En maíz se observó 87,23% de especies no frecuentes, 8,51% de frecuentes, 4,25% poco frecuentes y 16, 12 y 19 muy constantes, constantes y poco constantes respectivamente. En frijol se registró 82,35% de especies no frecuentes; 5,88% poco frecuentes y 11,76% frecuentes, siendo 19 especies muy constantes, ocho constantes y ocho poco constantes, y 74% raras; 9,8% comunes; 8,51% dispersas; 7,84% muy abundantes y 1,96% abundantes. En batata hubo 82,05% de especies no frecuentes, 12,82% frecuentes y 5,13% muy frecuentes, verificándose nueve especies muy constantes, ocho constantes y 22 poco constantes, además de 79,5% raras; 12,82% comunes; 5,13% muy abundantes y 2,57% dispersas. En mandioca hubo 92,68% de especies no frecuentes y 7,31% frecuentes, con 16 especies muy constantes, siete constantes y 18 poco constantes, siendo 74% de las especies clasificadas como raras; 9,8% comunes; 8,51% dispersas; 7,84% muy abundantes y 1,96% abundantes. Los índices de diversidad de especies fueron de 3,1844; 3,0380; 2,6572 y 2,9445 especies para maíz, frijol, batata y mandioca respectivamente, indicando una posible semejanza en términos de diversidad entre las comunidades.

**Palabras clave:** índices ecológicos, ecología de artrópodos, habitat, agroecosistemas, frijol, maíz, batata, mandioca.

## ABSTRACT

OLIVEIRA J. E. M. , S. A. DE BORTOLI. 2006. Survey and fauna analysis and determination of ecological indices of arthropods in different communities. *Bol. San. Veg. Plagas*, **32**: 473-481.

Were objectified in this study to know fauna of the insects present in the beans communities (*Vigna unguiculata*), maize (*Zea mays*), potato-candy (*Ipomea batatas*) and cassava (*Manihot esculenta*) aiming at to characterize these communities, through the ecological indices: frequency; constancy; abundance and index of diversity of Shannon-Winer. 2.080 individuals of 86 species or groups had collected themselves, using themselves trap soil. In maize 87.23% of not frequent species were observed; frequent 8.51%, 4.25% little frequent, and sixteen, twelve and 19 species, very constant, constant and little constant, respectively, beyond rare 59.57%: common 19.51%; dispersed 8.51%; very abundant 8.51% and abundant 4.25%. In beans 82.35% of not frequent species had occurred; little frequent 5.88% and frequent 11.76%, being 19 constant species very, eight constants and eight little constant ones, and rare 74%; common 9.8%; dispersed 8.51%; very abundant 7.84% and abundant 1.96%. In not frequent potato-candy it presented 82.05% of species; frequent 12.82% and very frequent 5.13%, verifying nine very constant species, eight constants and 22 little constant ones, beyond rare 79.5%; common 12.82%; very abundant 5.13% and 2.57% as dispersed. For cassava 92.68% had been occurred not frequent species and frequent 7.31%, with 16 very constant species, seven constants and 18 little constant ones, being 74% of the classified species as rare; common 9.8%; dispersed 8.51%; very abundant 7.84% and abundant 1.96%. The indices of species diversity had been of 3.1844; 3.0380; 2.6572 and 2.9445 species for maize, beans, potato-candy and cassava, respectively, indicating a possible similarity in terms of diversity between the communities.

**Key words:** ecological indices, ecology of arthropods, habitat, beans, maize, potato-candy, cassava.

## REFERÊNCIAS

- BORROR, D. J., DELONG, D. M. 1969. Introdução ao estudo dos Insetos. São Paulo, Edgard Blüchier. 653p.
- CARVALHO, A. O. R. 1984. Análise faunística de coleópteros coletados em plantas de *Eucaliptus urophylla* S.T. Blake e *Eucaliptus saligna* S.M. (Dissertação de Mestrado) Piracicaba, ESALQ, 98p.
- CROCOMO, W.B. 1990. Manejo Integrado de Pragas. São Paulo, FEPAF/UNESP, 236p.
- FORTI, L.C. 1990. Ecologia no manejo de pragas. In: Crocomo, W.B. Manejo integrado de pragas. São Paulo, FEPAF/UNESP, p. 35-66.
- GALLO, D., NAKANO, O., SILVEIRA NETO, S., CARVALHO, R. P. L.; BAPTISTA, G. C., BERTI FILHO, E., PARRA, J. R. P., ZUCCHI, R. A., ALVES, S. B., VENDRAMIM, J. D., MARCHINI, L. C., LOPES, J. R. S., OMOTO, C. 2002. Entomologia Agrícola. Piracicaba: Fealq, 920p.
- LÜBECK, G. M. 1993. Análise faunística e flutuação populacional de Lepidópteros em dois agroecossistemas, no município e Goiana, Estado de Pernambuco e influência de fatores meteorológicos (Dissertação de Mestrado). Recife, UFRPE. 175p.
- SILVEIRA NETO, S., O. NAKANO, D. BARBIN, N. A. VILLA NOVA. 1976. Manual de Ecologia dos Insetos. Ed. Ceres Ltda. São Paulo, 419p.

(Recepción: 21 febrero 2006)

(Aceptación: 17 julio 2006)



## Efecto de la forma de aplicación de imidacloprid en el control de la cochinilla de cola larga *Pseudococcus longispinus* (Targioni & Tozzetti) en aguacate y su impacto sobre *Neoseiulus californicus* (McGregor) en Chile

L. SAZO, E. PIZARRO, J. E. ARAYA

En la temporada 2004 se estudió el efecto de dos formulaciones de imidacloprid, Confidor Forte 200 SL y Winner®, contra la cochinilla de cola larga *Pseudococcus longispinus* (Targioni & Tozzetti), y su impacto en *Neoseiulus californicus* (McGregor) en aguacate, en dos huertos comerciales de 5 y 11 años de edad, ubicados en la comuna de Isla de Maipo (RM) y en la localidad de Lliu-Lliu (V Región), respectivamente. Los tratamientos se aplicaron al follaje y al tronco, con una pistola asperjadora Calibra y pintando una circunferencia alrededor de las ramas madres del árbol, con un diseño en bloques completos al azar con 6 repeticiones. Se hicieron evaluaciones antes de la aplicación y a los 7, 21 y 35 d; los recuentos de individuos vivos/hoja se transformaron a  $\text{Ln}(x+1)$ , y los porcentajes de fruta sana mediante Bliss ( $\arcsen\sqrt{\%}$ ), y sometieron a anécdotas y pruebas de rango múltiple de Duncan. Imidacloprid aplicado como Confidor Forte 200 SL al follaje a 100 ml/hl fue eficaz contra *P. longispinus*, pero afectó severamente al depredador *N. californicus*. Este ácaro benéfico no fue afectado por las aplicaciones al tronco, las que tampoco fueron efectivas contra *P. longispinus*, aparentemente por la absorción y/o translocación reducida o nula en los árboles en ambas localidades.

L. SAZO, E. PIZARRO, J. E. ARAYA. Departamento de Sanidad Vegetal, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile, Casilla 1004, Santiago, Chile.

**Palabras clave:** Confidor Forte, *Cydnodromus californicus*, Winner.

### INTRODUCCIÓN

El palto o aguacate, *Persea americana* Mill., es un árbol originario de México y Centroamérica, que en Chile se conoce de antes de la llegada de los conquistadores y hoy constituye una de las principales especies frutales (RAZETO, 2000).

Las extraordinarias condiciones climáticas de Chile y la alta tecnología en este cultivo permiten lograr fruta de óptima calidad, lo que ha aumentado la superficie plantada en los últimos años, llegando a 22.290 ha en 2003, dejando a este frutal en tercer lugar,

después de la vid y el manzano. Actualmente, ocupa valiosas tierras en áreas de clima benigno, especialmente en las regiones V, VI y Metropolitana (CIREN-CORFO e INE, 2003). Sin embargo, plagas como la araña roja del aguacate, *Oligonychus yothersi* (McGregor), y la cochinilla de cola larga *Pseudococcus longispinus* (Targioni & Tozzetti), disminuyen el rendimiento y la calidad del fruto. La primera causa moteado y deshidratación, hasta llegar a defoliación. Si las poblaciones son bajas, los enemigos naturales ejercen un buen control (LÓPEZ, 2004). PRADO (1991) cita a 7 organismos benéficos asociados a

*O. yothersi* en Chile, entre ellos el depredador *Neoseiulus (Cydnodromus) californicus* (McGregor). Poblaciones altas de *P. longispinus* hacen abortar las flores y frutos recién cuajados. Además, las cochinillas manchan la fruta con secreciones azucaradas en la que se desarrolla fumagina, hongos que afectan la fotosíntesis y la calidad de la fruta (RIPA *et al.*, 2000; LÓPEZ, 2004). Esta cochinilla tiene una diversidad de enemigos naturales, que sin embargo tienen baja actividad en muchos huertos comerciales, lo que lleva al uso de insecticidas para su control (GONZALEZ *et al.*, 2001). El control de esta plaga es difícil. Además de las pocas alternativas de insecticidas en aguacates, no existe aún un método adecuado de protección para evitar las pérdidas económicas por rechazos cuarentenarios de fruta chilena de exportación. Por otra parte, esta plaga está presentando resistencia creciente en Nueva Zelanda a clorpirifos, la base en los últimos años para el control de cochinillas, lo que hace necesario buscar alternativas de control, manteniendo el bajo uso de insecticidas que ha caracterizado a la producción de aguacates en Chile (GONZALEZ, 2003a, 2003b).

Los objetivos de este estudio fueron determinar la eficacia de varias formas de aplicación de imidacloprid en el control de *P. longispinus*, y evaluar su impacto sobre el depredador *N. californicus*.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Este estudio se efectuó en el verano de 2004 en dos localidades, el fundo "El Totoral", Isla de Maipo, Región Metropolitana, y la parcela del Sr. Juan José Domínguez, en Lliu-Iliu, V Región. En el primer lugar habían 415 plantas por ha de aguacates Hass y Bacon de 5 años y unos 2,5 m de alto, plantados a 4 x 6 m, bajo riego por aspersión. En el segundo habían plantas Hass y Edranol de 11 años y un promedio de 4,5 m de alto, plantadas a 6 x 6 m, también con riego por aspersión.

Las formulaciones de imidacloprid [1-(6-cloro-3-piridilmetil)-N-nitroimidazolidin-2-ylideneamine] utilizadas en este estudio fue-

ron las siguientes (BAYER CROPSCIENCE, 2004):

Confidor Forte 200 SL: Concentrado soluble 20% p/v; acción sistémica y por contacto; categoría toxicológica, grupo III (poco peligroso); DL<sub>50</sub> producto comercial: dermal rata >5.000 mg/kg; oral rata >2.000mg/kg.

Winner®: Concentrado soluble 200 g/L; acción sistémica y por contacto; categoría toxicológica, grupo III (poco peligroso); DL<sub>50</sub> producto comercial: dermal rata >5.000 mg/kg; oral rata = 2.242 mg/kg.

En Isla de Maipo se seleccionaron árboles y determinó el nivel de infestación contando los estados visibles en frutos, ramillas y hojas durante 8 min. Luego, los tratamientos se sortearon en bloques de árboles de infestación similar. En Lliu-Iliu los árboles se marcaron y se colectaron 50 hojas de c.u., que se llevaron al laboratorio, donde se contaron los estados móviles de la plaga. Luego se definieron los bloques y sortearon los tratamientos. Los tratamientos evaluados se presentan en el Cuadro 1.

Los tratamientos para el control de la 3ª y 4ª generación de *P. longispinus* (LÓPEZ, 2004) se aplicaron en Isla de Maipo el día 21 de enero y en Lliu-Iliu el 13 de febrero de 2004, con frutos de 10 cm de largo y 6 cm de diámetro en promedio en ambas localidades. Las aplicaciones al follaje se hicieron con una máquina de aspersión Fabrízio Levéra con una presión de 300 lb x pulgada<sup>-1</sup>, y un volumen de 4.390 L/ha en Isla de Maipo y 7.202 L/ha en Lliu-Iliu.

Winner se aplicó al tronco de la planta de dos formas, la primera con un equipo "Calibra" que se conecta directamente al envase del producto, utilizado en medicina veterinaria y en huertos de Brasil, que tiene un dosificador automático de 5 ml (CATALDO, 2004). En Lliu-Iliu el insecticida se aplicó en los sectores menos suberizados de las ramas madres, y en Isla de Maipo en el eje central de plantas aún sin estas ramas. La segunda forma de aplicación de Winner® fue pintando una circunferencia de 7-10 cm de ancho en el tronco de la planta. En Isla de Maipo se

Cuadro 1. Productos utilizados, dosis o concentración y forma de aplicación de los tratamientos.

| Tratams. | Productos      | Concentración o dosis | Forma de aplicación | Equipo utilizado |
|----------|----------------|-----------------------|---------------------|------------------|
| T1       | Testigo        | —                     | —                   | —                |
| T2       | Confidor Forte | 100 ml/hl             | Aspersión foliar    | Motopulverizador |
| T3       | Winner         | 5 ml/planta           | Tópica al tronco    | Calibra          |
| T4       | Winner         | 10 ml/planta          | Tópica al tronco    | Calibra          |
| T5       | Winner         | 15 ml/planta          | Tópica al tronco    | Calibra          |
| T6       | Winner         | 5 ml/planta           | Tópica al tronco    | Brocha           |
| T7       | Winner         | 10 ml/planta          | Tópica al tronco    | Brocha           |
| T8       | Winner         | 15 ml/planta          | Tópica al tronco    | Brocha           |

pintó el eje central y ramas laterales, dependiendo de la dosis, ya que los 5 ml cubrían menos superficie que la dosis mayor de 15 ml. En Lliu-lliu, las dosis se diluyeron en 5 ml de agua para cubrir las 4 a 5 ramas madres con el producto.

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar, con seis repeticiones. La unidad experimental fue un árbol, con muestras de 50 hojas y 100 frutos por unidad para evaluar los tratamientos, colectadas a los 7, 21 y 35 d de la aplicación, abarcando toda la superficie del árbol, que se trasladaron en bolsas en una nevera al laboratorio, donde se contaron los individuos vivos de *P. longispinus* y los estados móviles de *N. californicus* bajo lupa estereoscópica. Los mismos días de colecta de hojas se revisaron *in situ* 100 frutos por unidad experimental, determinando la presencia o ausencia de *P. longispinus*,

Los promedios de estados móviles por hoja se transformaron a log natural (X+1) y los porcentajes de fruta sana a la tranformación de Bliss (arcosen√%) y luego a anovas y pruebas de rango múltiple de DUNCAN (1955).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Efecto sobre *P. longispinus*, en hojas.

Los resultados se presentan en el Cuadro 2, en el que se evidencia que en Lliu-lliu sólo el tratamiento de Confidor Forte 100 ml/hl sobre el follaje de las plantas se diferenció estadísticamente del testigo y de los otros tratamientos en las tres fechas evaluadas.

En Isla de Maipo, el tratamiento al follaje se diferenció del testigo desde la primera evaluación, diferencia que se mantuvo en las evaluaciones siguientes. Por otro lado, la población en el testigo aumentó en la segunda fecha, lo que permitió que se diferenciara estadísticamente el tratamiento T8. Sin embargo, los individuos vivos en este tratamiento fueron prácticamente los mismos que en la primera evaluación.

En el último muestreo, aparte del tratamiento T2 sobre el follaje, se diferenciaron estadísticamente del testigo los tratamientos T5 y T8.

El efecto lento de las aplicaciones al tronco sobre *P. longispinus* era esperable, ya que se necesita tiempo para que el ingrediente activo sea transportado y afecte a las plagas (CATALDO, 2004).

Las mayores poblaciones de *P. longispinus* ocurrieron en ambas localidades en los tratamientos de Winner al tronco. Sin embargo, en Isla de Maipo su número por hoja disminuyó después de la segunda evaluación, especialmente en los tratamientos con las dosis mayores del insecticida. Probablemente el transporte del producto fue insuficiente para controlar totalmente la plaga. Posiblemente, por su edad estos árboles no son adecuados para esta aplicación (5 años en Isla de Maipo y 11 años en Lliu-lliu) y su corteza no estaba suficientemente verde para que el producto ingresara y se distribuyera dentro de la planta. Por ello, MANSANÉT *et al.* (1999) recomiendan las aplicaciones de Confidor 200 SL al tronco contra el minador de los

Cuadro 2. Estados móviles de *P. longispinus* por hoja, a diferentes intervalos luego de aplicaciones de Confidor Forte y Winner® en aguacate, en dos localidades.

| Tratamientos                 | Número de individuos vivos por hoja |         |         |           |         |         |
|------------------------------|-------------------------------------|---------|---------|-----------|---------|---------|
|                              | Isla de Maipo                       |         |         | Lliu-Iliu |         |         |
|                              | 7 DDA*                              | 21 DDA* | 35 DDA* | 7 DDA*    | 21 DDA* | 35 DDA* |
| T1. Testigo                  | 2,4 a                               | 4,5 a   | 2,2 a   | 1,83 a    | 2,39 a  | 3,11 a  |
| T2. Confidor Forte 100 ml/hl | 0,0 b                               | 0,0 c   | 0,0 c   | 0,00 b    | 0,02 b  | 0,04 b  |
| T3. Winner 5 ml Calibra      | 1,6 a                               | 2,1 ab  | 1,0 ab  | 0,76 a    | 2,41 a  | 2,88 a  |
| T4. Winner 10 ml Calibra     | 0,9 a                               | 1,8 ab  | 0,8 ab  | 1,31 a    | 2,25 a  | 2,17 a  |
| T5. Winner 15 ml Calibra     | 0,9 a                               | 1,6 ab  | 0,6 bc  | 0,94 a    | 2,08 a  | 2,25 a  |
| T6. Winner 5 ml brocha       | 1,5 a                               | 2,9 ab  | 1,7 ab  | 1,22 a    | 2,10 a  | 2,05 a  |
| T7. Winner 10 ml brocha      | 2,2 a                               | 2,7 a   | 1,4 ab  | 1,12 a    | 2,73 a  | 3,03 a  |
| T8. Winner 15 ml brocha      | 1,2 a                               | 1,1 b   | 0,5 bc  | 1,26 a    | 1,96 a  | 2,29 a  |

Promedios en una columna con letras iguales no son diferentes ( $P \leq 0,05$ ), según pruebas de rango múltiple de DUNCAN (1955). \*DDA: Días después de la aplicación.

cítricos, *Phyllocnistis citrella* Stainton, en naranjos de no más de tres años. Al aplicar Confidor 350 SC al tronco de vides para el control de *Pseudococcus viburni* Maskell, LARRAÍN (1999) encontró también un nivel de efectividad errático que atribuyó a la edad de las plantas de vid (7 años), las que presentan una baja absorción de plaguicida por el tronco. Sin embargo, BROEKSMAN *et al.* (1993) obtuvieron buenos resultados contra varias plagas de cítricos, incluyendo *Aonidiella auranti* (Maskell), *Scirtothrips aurantii* Faure, *Toxoptera citricida* (Kirkaldy) y *Trioza erytreae* (Del Guercio), con Confidor 200 SL y Confidor 100 SL aplicados al tronco de árboles de más de tres años, en dosis entre 2 y 4 g a.i./árbol.

En ambas localidades casi no se encontraron individuos de *P. longispinus* en la evaluación en las hojas. Se podría así deducir que bastaría sólo una aplicación en la temporada para controlar a este insecto. Sin embargo, este resultado fue sólo parcial en la fruta, en la que si bien se logró un buen control, hubo poblaciones bajas de *P. longispinus*, especialmente cerca de la inserción del pedúnculo,

que justificarían aplicar más adelante algún insecticida. Para controlar *Pseudococcus* en pomáceas, GONZALEZ (2003b) propone un programa de manejo basado en varias aplicaciones en la temporada, incluyendo tratamientos en post cosecha, con plaguicidas de largo efecto residual y/o aplicados varias veces. En vides, GONZALEZ *et al.* (1996) indican que los tratamientos de post cosecha reducen significativamente las poblaciones de *P. affinis* (Maskell), pero con alguna supervivencia para la temporada siguiente, lo que hace necesario un programa de manejo con tratamientos de primavera y verano.

**Efecto sobre *P. longispinus* en la evaluación en frutos.** Los resultados se presentan en el Cuadro 3.

El porcentaje mayor de fruta sana en ambas localidades (sin *P. longispinus* vivos), ocurrió nuevamente en el tratamiento de imidacloprid al follaje (Cuadro 3). En Isla de Maipo, los demás tratamientos químicos tuvieron resultados erráticos en las tres evaluaciones. En Lliu-Iliu, en tanto, en las dos primeras evaluaciones todos los tratamientos

Cuadro 3. Porcentajes promedio de fruta sana, a diferentes intervalos luego de aplicaciones de Confidor Forte y Winner en aguacates en dos localidades.

| Tratamientos             | Número de individuos vivos por hoja |           |          |           |          |          |
|--------------------------|-------------------------------------|-----------|----------|-----------|----------|----------|
|                          | Isla de Maipo                       |           |          | Lliu-Lliu |          |          |
|                          | 7 DDA*                              | 21 DDA*   | 35 DDA*  | 7 DDA*    | 21 DDA*  | 35 DDA*  |
| Testigo                  | 85,87 d                             | 84,58 cd  | 63,44 d  | 88,00 ab  | 87,66 ab | 73,83 c  |
| Confidor Forte 100 ml/hl | 98,56 a                             | 100,00 a  | 96,73 a  | 91,00 a   | 96,57 a  | 96,67 a  |
| Winner 5 ml Calibra      | 91,19 bcd                           | 91,05 bc  | 68,88 cd | 80,06 ab  | 88,83 ab | 81,14 bc |
| Winner 10 ml Calibra     | 96,61 ab                            | 90,16 bcd | 75,75 bc | 78,67 b   | 88,50 ab | 85,83 b  |
| Winner 15 ml Calibra     | 90,98 cd                            | 82,07 d   | 75,74 bc | 83,5 ab   | 83,50 b  | 78,30 bc |
| Winner 5 ml brocha       | 94,30 abc                           | 91,20 bc  | 77,81 bc | 87,87 ab  | 91,68 ab | 81,00 bc |
| Winner 10 ml brocha      | 92,96 abc                           | 88,62 bcd | 81,61 b  | 66,17 c   | 73,83 c  | 79,67 bc |
| Winner 15 ml Brocha      | 94,88 abc                           | 93,87 ab  | 75,79 bc | 83,14 ab  | 88,33 ab | 81,83 bc |

Promedios en una columna con letras iguales no son diferentes ( $P < 0,05$ ), según pruebas de rango múltiple de DUNCAN (1955). \*DDA: Días después de la aplicación.

fueron iguales al testigo, a excepción de T7 (brocha 10 ml), el que tuvo un porcentaje aún menor de fruta sana que el testigo, resultado que revela la poca eficacia de esta forma de aplicación.

Finalmente, luego de 35 DDA, en Lliu-Lliu, la población de *P. longispinus* en el testigo aumentó, lo que permitió diferencias estadísticas. Estos resultados concuerdan con los encontrados en hojas (en ambas localidades) y frutos en Isla de Maipo.

Las aplicaciones al follaje tuvieron un mejor efecto de control de *P. longispinus* en ambas localidades, resultados que coinciden con los de SAZO *et al.* (2000), quienes observaron que las aplicaciones de Confidor 350 SC al follaje de vides para el control de *P. affinis* fueron más efectivas que aquellas al tronco y como inyección al suelo.

Las aplicaciones de Confidor 350 SC al tronco por LARRAÍN (1999) fueron igualmente menos efectivas y más variables que las dirigidas al follaje, especialmente con dosis medias a bajas. Sin embargo, se obtuvo un buen control de *P. viburni* con aplicaciones de imidacloprid vía riego, aún más efectivas

que con aplicaciones foliares. Las ventajas principales de esta aplicación fueron el mayor efecto residual del insecticida y la selectividad hacia los enemigos naturales. Sin embargo, esta aplicación vía riego no se estudió en este ensayo.

En este muestreo se observó la presencia de hormigas. Según indican diversos autores (*e.g.* GONZALEZ *et al.*, 1996; RIPA y RODRÍGUEZ, 1999; UNIVERSITY OF CALIFORNIA, 2003; DAANE *et al.*, 2004), existe una relación directa entre la presencia de cochinillas y hormigas, las que prácticamente no se observaron en los árboles donde se aplicó al follaje. En cambio, en las aplicaciones al tronco, a medida que la densidad de *P. longispinus* fue mayor, también aumentaron las hormigas. DAANE *et al.* (2004) indican que un programa de control de hormigas ayuda a reducir las densidades de cochinillas, y se debe considerar en su manejo. Ellos evaluaron atrayentes para hormigas compuestos por insecticida y sacarosa, que redujeron la actividad de las hormigas y se tradujeron en un menor daño de *Pseudococcus* en vides.

Según BAYER CROPSCIENCE (2000), en cítricos de Sudáfrica es muy importante controlar las hormigas para un programa exitoso de manejo integrado de cochinillas, ya que ellas interfieren con sus enemigos naturales.

En este ensayo, las aplicaciones al follaje de imidacloprid pueden haber afectado a las hormigas por contacto directo o, al no haber cochinillas ni mielecilla, las primeras se pueden haber alejado en busca de alimento. Diversas formulaciones de imidacloprid sobre cítricos con el objetivo principal de controlar a la hormiga *Anoplolepis custodiens* (Smith) han resultado en gran derribo, pero sin un largo período residual (BAYER CROPSCIENCE, 2000).

**Efecto sobre los estados móviles de *N. californicus*.** Los resultados obtenidos se presentan en el Cuadro 4, en el que se advierten promedios menores de un estado móvil por hoja antes y después de la aplicación. La baja población puede deberse al bajo número de

arañitas fitófagas encontradas, aunque es probable que existan otras fuentes de alimento, como polen, que permiten que *N. californicus* sobreviva pero que no aumente su densidad.

En general, en los tratamientos aplicados al tronco de la planta, ya sea con la máquina Calibra o pintando el tronco del árbol, las poblaciones de *N. californicus* no se diferenciaron del testigo sin aplicación. El único tratamiento que se diferenció con el testigo fue el de imidacloprid al follaje. Por otro lado, en la segunda y tercera evaluaciones en Isla de Maipo, la dosis mayor de imidacloprid aplicado con brocha al tronco tuvo la mayor cantidad de *N. californicus* vivos de por hoja, evidenciando el bajo efecto de esta aplicación sobre estos enemigos naturales. Las aplicaciones al tronco producen una menor contaminación ambiental y prácticamente ningún efecto sobre los insectos benéficos (LARRAÍN, 2000). Estos resultados coinciden con MANSANÉT *et al.* (1999), quienes indican que al

Cuadro 4. Estados móviles de *N. californicus* en hojas a diferentes intervalos luego de aplicaciones de Confidor (al follaje) y Winner (al tronco) en aguacates en dos localidades.

| Tratamientos de imidacloprid | Dosis     | Promedios de <i>N. californicus</i> vivos por hoja |          |         |         |
|------------------------------|-----------|--|----------|---------|---------|
|                              |           | Pre-aplicación                                     | 7 DDA*   | 21 DDA* | 35 DDA* |
| Isla de Maipo                |           |  |          |         |         |
| 1. Testigo                   | —         | 0,03 a   | 0,17 ab  | 0,11 bc | 0,19 a  |
| 2. Confidor Forte            | 100 ml/hl | 0,05 a   | 0,00 c   | 0,00 c  | 0,00 b  |
| 3. Winner Calibra            | 5 ml      | 0,08 a   | 0,16 ab  | 0,11 bc | 0,22 a  |
| 4. Winner Calibra            | 10 ml     | 0,10 a   | 0,13 abc | 0,26 ab | 0,28 a  |
| 5. Winner Calibra            | 15 ml     | 0,06 a   | 0,10 abc | 0,15 bc | 0,28 a  |
| 6. Winner brocha             | 5 ml      | 0,07 a   | 0,25 a   | 0,19 b  | 0,35 a  |
| 7. Winner brocha             | 10 ml     | 0,05 a   | 0,11 abc | 0,11 bc | 0,22 a  |
| 8. Winner brocha             | 15 ml     | 0,03 a   | 0,07 bc  | 0,37 a  | 0,21 a  |
| Lliu-lliu                    |           |  |          |         |         |
| 1. Testigo                   |           | 0,21 a   | 0,19 a   | 0,15 a  | 0,15 a  |
| 2. Confidor Forte            | 100 ml/hl | 0,15 a   | 0,00 b   | 0,01 b  | 0,00 b  |
| 3. Winner Calibra            | 5 ml      | 0,16 a   | 0,13 a   | 0,18 a  | 0,17 a  |
| 4. Winner Calibra            | 10 ml     | 0,29 a   | 0,18 a   | 0,18 a  | 0,16 a  |
| 5. Winner Calibra            | 15 ml     | 0,14 a   | 0,11 ab  | 0,19 a  | 0,19 a  |
| 6. Winner brocha             | 5 ml      | 0,11 a   | 0,14 a   | 0,20 a  | 0,18 a  |
| 7. Winner brocha             | 10 ml     | 0,16 a   | 0,21 a   | 0,20 a  | 0,19 a  |
| 8. Winner brocha             | 15 ml     | 0,17 a   | 0,12 a   | 0,18 a  | 0,17 a  |

Promedios en una columna con letras iguales no son diferentes ( $P < 0,05$ ), según pruebas de rango múltiple de DUNCAN (1955). \*DDA: Días después de la aplicación.

aplicar Confidor 200 SL vía riego o directamente sobre la corteza se garantiza una buena selectividad frente a la fauna benéfica, por lo que lo recomiendan en el marco del manejo integrado de plagas. Pero también comentan que Confidor tiene gran eficacia sobre varias plagas de cítricos y como consecuencia, los organismos benéficos podrían ser afectados por ausencia de comida.

MUNGROO y ABEELUCK (1998) señalan que el uso de Confidor 200 SL en el tronco de cítricos para el control de *P. citrella* es muy ventajoso, ya que se requiere un número menor de aplicaciones por temporada y éstas tienen bajo impacto sobre insectos benéficos. Por su parte, HERNÁNDEZ *et al.* (1999), quienes estudiaron el efecto de Confidor 200 SL vía riego sobre varios artrópodos benéficos, nombran entre aquellos que no fueron afectados a *Amblyseius californicus* (Carte), antiguo nombre de *N. californicus*.

A pesar de que las aplicaciones al tronco no dañaron la fauna benéfica, éstas no lograron un buen control de *P. longispinus*. En algunos tratamientos, en especial aquellos en las dosis mayores y en árboles más jóvenes, hubo una disminución de la población (evaluación en hojas en Isla de Maipo), pero no se logró controlar efectivamente la plaga. Probablemente, los individuos que sobrevivieron a la aplicación se reproducirán y originarán una nueva generación de cochinillas, que seguirá causando daño.

MANSANÉT *et al.* (1999) proponen que para no afectar las poblaciones del insecto benéfico

más importante en cítricos de España, *Rodolia cardinalis* (Mulsant), Confidor 200 SL debe ser aplicado al follaje antes del 1 de julio. Por consiguiente, las aplicaciones al follaje con imidacloprid podrían hacerse antes que *N. californicus* aparezca, el que según CURKOVIC *et al.* (1997) se comienza a observar en los huertos desde fines de octubre en adelante. Con un buen seguimiento de *Pseudococcus*, las aplicaciones de imidacloprid podrían hacerse antes, para reducir el daño sobre este depredador. Según QUIRÓZ (1998), en brotes tiernos de aguacates en la comuna de Quillota se pueden encontrar poblaciones altas de ninfas de *P. longispinus* a fines de septiembre.

Considerando las restricciones de tolerancia nula para la exportación de fruta, no se puede esperar sólo una reducción de la población de *P. longispinus*. Por ello, el único tratamiento de imidacloprid que obtuvo un nivel de control efectivo fue el aplicado al follaje, que a pesar de eliminar a los enemigos naturales fue el más adecuado para responder a las exigencias de los mercados externos.

En conclusión, las aplicaciones de imidacloprid (Winner), ya sea como pintura o utilizando la máquina Calibra, dirigidas al tronco de la planta en dosis de 5, 10 y 15 ml por árbol, no controlaron a *P. longispinus*, aunque tampoco afectaron las poblaciones de *N. californicus* en aguacate. Las aplicaciones al follaje de imidacloprid (Confidor Forte 200 SL) a 100 ml/hl, controlaron en forma efectiva a la cochinilla, aunque afectaron severamente las poblaciones de *N. californicus*.

#### ABSTRACT

SAZO L., E. PIZARRO, J. E. ARAYA. 2006. Effect of the form of application of imidacloprid on control of the long-tailed mealybug *Pseudococcus longispinus* (Targioni & Tozzetti) on avocado and its impact on *Neoseiulus californicus* (McGregor) in Chile. *Bol. San. Veg. Plagas*, 32: 483-490.

The effect of two formulations of imidacloprid, Confidor Forte 200 SL and Winner® to control *Pseudococcus longispinus* (Targioni & Tozzetti) and their impact on *Neoseiulus (Cydnodromus) californicus* (McGregor) in avocado trees was studied during the 2004 season. The products were applied to the foliage with a hand spray gun, or localized to the bark of the trunk with a pistol sprayer, and painting a circumference around it with a paintbrush. Treatments were applied in two avocado commercial orchards, one in Isla de Maipo on 5 yr-old trees, and the other in Lliu-lliu on 11 yr-old trees. A randomized block design was used with 6 replicates. Populations of *P. longispinus* were evaluated before application and 7, 21 and 35 d after it, counting live specimens on leaves and

fruits. Numbers of specimens alive/leave, were transformed to  $\text{Ln}(x+1)$ , and percentages of healthy fruit to Bliss degrees ( $\text{arcosen}^{\sqrt{}}\%$ ), and analyzed by anova and Duncan multiple range tests. Imidacloprid applied to the foliage as Confidor Forte 200 SL was efficient to control *P. longispinus* in both locations. However, *N. californicus* populations were severely harmed. Applications to the trunk were not efficient against long-tailed mealybugs, apparently due to the reduced absorption and translocation in the trees at both locations; nevertheless, populations of *N. californicus* were not affected.

**Key words:** Confidor Forte, *Cydnodromus californicus*, Winner.

## REFERENCIAS

- BAYER CROPSCIENCE, 2000: Confidor in South African citrus: Implementing a new concept for pest control, *Courier Agrochem.*, 1: 14-17.
- BAYER CROPSCIENCE, 2004: *Productos fitosanitarios, hoja de datos de seguridad. Confidor Forte 200 SL*, rev. 19 de marzo de 2004 en: <http://www.bayercropscience.cl/msds/Confidor%20Forte%20200%20SL.pdf>
- BROEKSMAN, A.; ROBEERTSE, E.; SABA, F., 1993: Field trials with Confidor® (imidacloprid) for the control of various insect species on citrus in the Republic of South Africa, *Pflanzenschutz-Nachrichten Bayer*, 46, 1: 5-31.
- CATALDO, L., 2004: *Efecto de imidacloprid aplicado al follaje y al tronco para el control de Pseudococcidae en naranjos*, Memoria Ing. Agr., Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile, Santiago, Chile, 52 p.
- CIREN-CORFO, INE, 2003: Sin título, rev. 16 de marzo de 2004 en: [www.odepa.gov.cl/base-datos/estadisticas/produ/Agr/frutas-ps.html](http://www.odepa.gov.cl/base-datos/estadisticas/produ/Agr/frutas-ps.html)
- CURKOVIC, T.; GONZALEZ, R.; BARRÍA, G., 1997: Efecto de fenazaquin, fenpyroximate y pyridaben sobre *Panonychus ulmi* Koch y su enemigo natural *Neoseiulus californicus* McGregor (Acarina: Phytoseiidae) en manzanos y perales, *Rev. Frutícola*, 18, 3: 81-86.
- DAANE, K.; SIME, K.; COOPER, M., 2004: Sin título, [on line]. University of California, UC Plant Protection Quarterly, 14(2)3-5, rev. 10 May 2005 at [www.uckac.edu/ppk](http://www.uckac.edu/ppk)
- DUNCAN, D. B., 1955: Multiple F and multiple range tests, *Biometrics*, 11: 1-41.
- GONZALEZ, R., 2003a: Chanchitos blancos de importancia agrícola y cuarentenaria, en huertos frutales de Chile (Hemiptera: Pseudococcidae), *Rev. Frutícola*, 24, 1: 5-17.
- GONZALEZ, R., 2003b: Manejo cuarentenario de chanchitos blancos de pomáceas en Chile (Hemiptera: Pseudococcidae), *Rev. Frutícola*, 24, 3: 89-98.
- GONZALEZ, R.; CURKOVIC, T.; BARRÍA, G., 1996: Evaluación de eficacia de insecticidas sobre chanchitos blancos en ciruelos y uva de mesa (Homoptera: Pseudococcidae), *Rev. Frutícola*, 17, 2: 45-57.
- GONZALEZ, R.; POBLETE, J.; BARRÍA, G., 2001: El chanchito blanco de los frutales en Chile. *Pseudococcus viburni* (Signoret), (Homoptera: Pseudococcidae), *Rev. Frutícola*, 22, 1: 17-26.
- HERNÁNDEZ, D.; MANSANÉT, V.; PUIGGRÓS, J. M., 1999: Use of Confidor 200 SL in vegetable cultivation in Spain, *Pflanzenschutz-Nachrichten Bayer*, 52, 3: 364-375.
- LARRAÍN, P., 1999: Efecto de la quimigación y el pintado con imidacloprid (Confidor®) sobre la población de *Pseudococcus viburni* (Signoret) (Homoptera: Pseudococcidae) en vides de mesa, *Agricultura Técnica (Chile)*, 59, 1: 13-25.
- LARRAÍN, E., 2000: Situación sanitaria del palto en Chile, [en línea], *Rev. Chapingo, Serie Horticultura*, 5, 329-336, rev. 12 de abril de 2004 en: [www.avocadosource.com/WAC4\\_p329.htm](http://www.avocadosource.com/WAC4_p329.htm)
- LOPEZ, E., 2004: Las plagas del palto en Chile: Aspectos relevantes de su biología, comportamiento y manejo, 2° Seminario Internacional de Paltos, Soc. Gardiazábal y Magdahl, Ltda., Quillota, Chile, Rev. 6 jun. 2005 en: [http://serinfo.indap.cl/Doc/2\\_Seminario\\_Lopez\\_Plagas\\_SPAN.pdf](http://serinfo.indap.cl/Doc/2_Seminario_Lopez_Plagas_SPAN.pdf)
- MANSANÉT, V.; SANZ, J. V., IZQUIERDO, J. M.; PUIGGRÓS, J. M., 1999: Imidacloprid: a new strategy for controlling the citrus leaf miner (*Phyllocnistis citrella*) in Spain, *Pflanzenschutz-Nachrichten Bayer*, 52, 3: 350-363.
- MUNGROO, Y.; ABEELUCK, D., 1998: The citrus leafminer tainton and its control in Mauritius, *Agricultural Research and Extension Unit*, rev. 3 March 2005 at: <http://www.uom.ac.mu/faculties/foa.htm>
- PRADO, E., 1991: Artrópodos y sus enemigos naturales asociados a plantas cultivadas en Chile, Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Estación Experimental La Platina, Santiago, Boletín Técnico, 169, 207 p.
- QUIRÓZ, S., 1998: Comportamiento estacional de chanchito blanco (Hemiptera Pseudococcidae) y de sus parasitoides en palto (*Persea americana* Mill.), Memoria Ing. Agr., Facultad de Agronomía, Universidad Católica de Valparaíso, Quillota, 59 p.
- RAZETO, B., 2000: El Palto: un árbol magnífico pero de discreta producción, *Aconex*, 68: 5-8.
- RIPA, R.; RODRÍGUEZ, F., 1999: Plagas de cítricos, sus enemigos naturales y manejo, Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Santiago, Colección libros INIA, 3, 151 p.
- RIPA, R.; ROJAS, S.; RODRÍGUEZ, F.; LARRAL, I., 2000: Plagas y su manejo, Rev. 30 de marzo de 2004 en: <http://www.mipetriscos.cl/aca2.htm>
- SAZO, L.; RIVERO, A.; FERNÁNDEZ, S., 2000: Efecto de la forma de aplicación de imidacloprid en el control del chanchito blanco de la vid en uva de mesa, *Inv. Agrícola (Chile)*, 20, 1-2: 33-37.

(Recepción: 14 marzo 2006)

(Aceptación: 4 julio 2006)

## Acción depredadora de *Coenosia attenuata* Stein (Díptera: Muscidae) sobre otros enemigos naturales en condiciones de laboratorio

M. M. TÉLLEZ NAVARRO, G. TAPIA PERÉZ

La presencia espontánea del depredador *Coenosia attenuata* (Diptera: Muscidae) ha sido detectada dentro de los invernaderos de la provincia de Almería, siendo sus poblaciones más abundantes en aquellos invernaderos donde entre otros factores, existen una importante reducción de tratamientos químicos como consecuencia de la aplicación de las técnicas de control biológico. La actividad depredadora tan agresiva observada con *C. attenuata*, ha puesto de manifiesto la posibilidad de que ante la ausencia de plagas-presas, pueda tener un efecto negativo sobre aquellos organismos beneficiosos utilizados en el control biológico de plagas. Este trabajo ha tenido como objetivo determinar la acción depredadora de *C. attenuata* sobre aquella fauna auxiliar más utilizada actualmente en los programas de control integrado, tanto en ausencia como en presencia de una presa alternativa como es la mosca blanca (*Bemisia tabaci*) en condiciones de laboratorio. Los resultados obtenidos indican que de todos los organismos beneficiosos valorados, los parasitoides resultan una presa más fácil mientras que los depredadores se defienden mejor frente a *C. attenuata*.

M. M. TÉLLEZ NAVARRO. Centro de Investigación y Formación Agraria "La Mojonera – La Cañada". Junta de Andalucía. Autovía del Mediterráneo, Sal. 420. Paraje San Nicolás – 04745. La Mojonera (Almería).

G. TAPIA PERÉZ. Fundación para Investigación Agraria en la Provincia de Almería (F.I.A.P.A.). Crta. De la Playa, sn. 04120. La Cañada de San Urbano, Almería.

**Palabras clave:** *Coenosia attenuata*, *Bemisia tabaci*, enemigos naturales, control biológico, conservación.

### INTRODUCCIÓN

*Coenosia attenuata* Stein, más conocida como "la mosca tigre" es un depredador polífago, indígena de la región paleotropical (HENNING, 1964). Su presencia de forma espontánea ha sido detectada en la última década, en gran variedad de cultivos tanto al aire libre como en invernadero en diferentes países como Egipto (HENNING, 1964), Italia (COLOMBO y EÖRDEGH, 1991), Alemania (KÜHNE, 1998), Francia (MARTÍNEZ y COCQUEMPOT, 2000), España (RODRÍGUEZ y AGUILERA, 2002), Portugal (PRIETO *et al.*,

2003), Turquía (POLH *et al.*, 2003) y E.E.U.U. (SENSENBACH *et al.*, 2004).

En los invernaderos de la zona del poniente y levante almeriense se evaluó la presencia y abundancia de *C. attenuata* durante la campaña 2003-2004, siendo especialmente importante sus poblaciones en aquellas zonas donde se dan unas condiciones que permiten su conservación dentro del invernadero, como son el tipo de suelo, las técnicas culturales habituales de la zona, así como la reducción de tratamientos químicos como consecuencia de la aplicación del control biológico (TÉLLEZ y TAPIA, 2005a, 2005b).

Debido a su gran capacidad depredadora en el estado adulto, incluye dentro de su dieta alimenticia un amplio rango de insectos voladores, entre los que se encuentran plagas de especial importancia por los daños que provoca, como es la especie de mosca blanca *Bemisia tabaci* (Gennadius). Su estado larvario también tiene capacidad depredadora, desarrollándose en suelos húmedos y alimentándose principalmente de las larvas de la mosca esciárida (*Bradysia* spp).

Los intentos de cría en masa han puesto de manifiesto que la introducción de este depredador como complemento al control biológico de plagas parece tener un futuro prometedor, sin bien aún está por determinar las adecuadas condiciones de cría, sobre todo el desarrollo de los estados inmaduros en el sustrato (KÜHNE, 1998), por lo que su presencia dentro de los invernaderos es debida a una entrada desde el exterior del mismo o que provenga en la plántula desarrollada en semilleros. Por esta razón, con este enemigo natural se tiende a llevar a cabo un control biológico por conservación, intentando que encuentre dentro del invernadero un ambiente adecuado para que se desarrolle y multiplique de forma natural.

Cuando las condiciones ambientales son las adecuadas y el depredador dispone dentro del invernadero de presa para el desarrollo de sus estados inmaduros, las poblaciones del depredador son fácilmente visible en el cultivo y con ello sus efectos contra las plagas existentes dentro del invernadero (TAPIA *et al.*, 2005). Sin embargo, debido a la alta capacidad de depredación de la mosca tigre, se ha observado que cuando las poblaciones del depredador son altas, una alternativa de presa pasa por su propia depredación, siendo las hembras con un mayor tamaño dominantes sobre los machos (KÜHNE, 2000), además de la depredación de otros posibles insectos voladores entre los que podemos incluir la fauna auxiliar introducida en los programas de manejo integrado de plagas.

Por este motivo, dado que en campo se han observado enemigos naturales depredados por la mosca tigre, en este trabajo se pre-

tende determinar la acción depredadora de *C. attenuata* sobre aquella fauna auxiliar más utilizada actualmente en los programas de control biológico, tanto en ausencia como en presencia de una presa alternativo como es la mosca blanca *B. tabaci*, en condiciones de laboratorio.

## MATERIAL Y MÉTODOS

**Material biológico.** Los adultos de *C. attenuata* utilizados en los ensayos fueron recogidos en invernaderos de cultivos hortícolas de la zona de Berja y Dalías (Almería). Como insectos presa se utilizaron adultos tanto de la especie de mosca blanca *B. tabaci* como de los enemigos naturales, de los cuales, se seleccionaron aquellos que como adultos tienen capacidad de vuelo, ya que una de las características del comportamiento de la mosca tigre es que caza al vuelo a sus presas. Los organismos beneficiosos utilizados fueron los siguientes:

*Aphidius colemani* (Haliday): parasitoide de las dos especies principales de pulgón en Almería, *Aphis gossypii* Glover y *Myzus persicae* (Sulzer).

*Diglyphus isaea* (Walker): parasitoide del minador de hoja (*Liriomyza* spp.).

*Eretmocerus mundus* Mercet: parasitoide más eficaz sobre la especie de mosca blanca *B. tabaci*.

*Nesidiocoris tenuis* Reuter: depredador polífago con clara preferencia sobre ambas especies de mosca blanca *B. tabaci* y *Trialeturodes vaporariorum* (Westwood).

*Orius laevigatus* (Fieber): depredador generalista, con preferencia sobre la plaga de "trips" *Frankliniella occidentalis* (Pergande).

Tanto los insectos auxiliares como los adultos de mosca blanca utilizados en los ensayos procedían de crías comerciales mantenidas en las instalaciones de Koppert B.S. (Águilas, Murcia).

El material vegetal utilizado para la realización de los ensayos fue judía (*Phaseolus vulgaris* L.) de mata alta variedad Helda<sup>®</sup> (Nunhems Semillas S. A.). El cultivo se inició con una siembra directa en vermiculita



Figura 1. Adulto de *C. attenuata* depredando adulto de *A. colemani*.



Figura 2. Adulto de *A. colemani* con señales de depredación en el abdomen.

contenida en macetas (18L). El desarrollo de la judía se realizó en un túnel experimental, en una zona separada, para evitar cualquier infestación inicial. Se sembraron 8 macetas y se mantuvieron durante todo el ensayo para disponer de las hojas necesarias para su realización.

**Metodología.** La unidad experimental utilizada fue un bote de cristal cilíndrico (h y  $\phi$ : 8 cm.) con tapadera metálica sobre la que se realizó un orificio ( $\phi$ : 3 cm.), este se cubrió con tela muselina que permitía la aireación del interior del recipiente. El interior del bote se acondicionó con una capa de 1 a 1,5 cm. de Agar al 2%, sobre el cual se colocó un disco de hoja de judía con el diámetro del bote, consiguiendo con el Agar que la hoja se mantuviese turgente.

El porcentaje de depredación de *C. attenuata* para el tratamiento sin presa alternativa se determinó colocando en cada unidad experimental un individuo hembra de mosca tigre y cinco individuos del enemigo natural a evaluar. Para el tratamiento con presa alternativa se suministraba en cada recipiente el depredador, los cinco enemigos naturales y una cantidad elevada de mosca blanca como presa alternativa (>100 Ind.) con el objetivo de que siempre tuviera presa disponible. Los botes se mantenían durante 24 horas en una cámara de ambiente controlado y las condi-

ciones experimentales fueron de 25 °C, 75% de HR. y un fotoperíodo de 16: 8 h (L:O).

**Evaluación.** Transcurridas las 24 horas, se observaron bajo lupa binocular cada una de las unidades experimentales, determinando el número de enemigos naturales vivos, número de muertos de forma natural y el número de muertos por depredación (fácilmente visibles por los daños provocados sobre el insecto, como decapitaciones o incisiones en el abdomen) (Figura 1 y 2).

El diseño experimental utilizado fue completamente aleatorio con dos tratamientos: el tratamiento con presa alternativa y el tratamiento sin presa alternativa, de cada tratamiento se disponían de un número igual o superior a 10 repeticiones.

**Análisis de datos.** Para el análisis de los datos, se realizó un análisis de la varianza de un sólo factor (ANOVA;  $P < 0,05$ ) (Statistix v8.0, 2003). Previamente al análisis para el cumplimiento de la normalidad y la homocedasticidad de los datos, cuando fue necesario se transformaron los datos mediante el cambio de variable [ $\sqrt{(x)}$ ].

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el cuadro 1 aparecen los resultados del análisis de la varianza para el número medio

Cuadro 1. Número medio de enemigos naturales depredados por *Coenosia attenuata* ( $X \pm ES$ ) con presencia o ausencia de *B. tabaci*.

|                           | <i>Aphidius colemani</i> | <i>Diglyphus isaea</i> | <i>Eretmocerus mundus</i> | <i>Nesidiocoris tenuis</i> | <i>Orius laevigatus</i> |
|---------------------------|--------------------------|------------------------|---------------------------|----------------------------|-------------------------|
| Con <i>Bemisia tabaci</i> | 1.30 $\pm$ 0.26 a        | 0.00 $\pm$ 0.00 a      | 0.90 $\pm$ 0.28 a         | 0.06 $\pm$ 0.06 a          | 0.10 $\pm$ 0.10 a       |
| Sin <i>Bemisia tabaci</i> | 3.10 $\pm$ 0.55 b        | 3.00 $\pm$ 0.33 b      | 1.30 $\pm$ 0.40 a         | 0.32 $\pm$ 0.11 a          | 0.00 $\pm$ 0.00 a       |

de enemigos naturales depredados tanto en presencia como ausencia de presa alternativa y en las figuras 3, 4, 5, 6 y 7 se representa el porcentaje de individuos depredados, muertos de forma natural y vivos en ambos tratamientos y para cada uno de los enemigos naturales ensayados.

En el caso de *A. colemani*, se observa que existen diferencias significativas, siendo el número de individuos depredados mayor en ausencia de presa alternativa (Cuadro 1) con

un 62% de depredación (Figura 3). Para *D. isaea*, también existen diferencias significativas entre ambos tratamientos (Cuadro 1), como se observa en la figura 4, en ausencia de presa el porcentaje de individuos depredados es muy alto (60%), sin embargo cuando se dispone de un presa alternativa, *D. isaea* pasa inadvertido para *C. attenuata*, no provocando ninguna depredación (0%). En el caso de *E. mundus*, no existe diferencias significativas entre tratamientos, en ambos

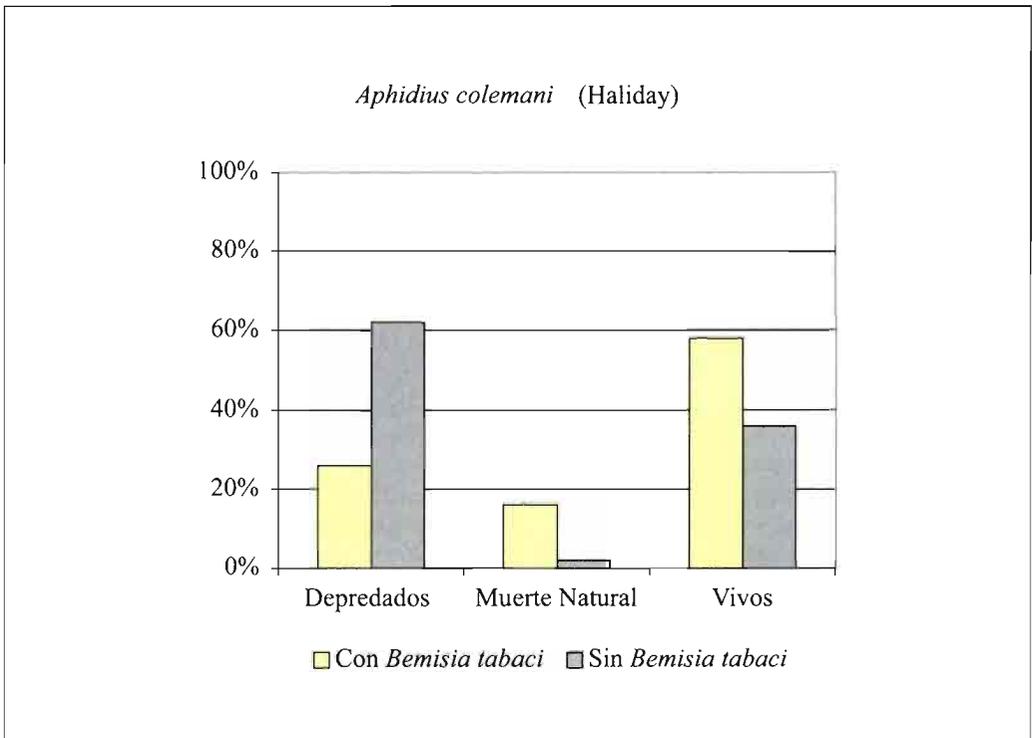


Figura 3. Porcentaje de adultos de *A. colemani* depredados por *C. attenuata*, vivos y muertos de forma natural con presencia o ausencia de *B. tabaci*.

casos los porcentajes de depredación están entre el 17% con presencia de presa y el 25% en ausencia de esta (Figura 5). Para *N. tenuis*, tampoco existen diferencias significativas, siendo el porcentaje de depredación en ausencia de presa de un 6% (Figura 6). Por último, en el caso de *O. laevigatus*, no existen diferencias significativa entre tratamientos, siendo los porcentajes de depredación de en ambos tratamientos prácticamente nulos (Figura 7).

Los resultados obtenidos indican que dentro de la especie de parasitoides ensayadas, en ausencia de presa alternativa, *A. colemani* y *D. isaea* son presas más fáciles para *C. attenuata*, que el parasitoide *E. mundus*. Ambos parasitoides son de mayor tamaño, con coloraciones oscuras y por tanto mucho más visibles con relación a *E. mundus*. Una de las características del comportamiento de *C. attenuata*, es que desde una posición de espera caza al vuelo y necesita acercarse a la presa para reconocerla (KUNE, 1998) por lo que probablemente y a pesar del reducido espacio en el cual se desarrolla el ensayo, *E. mundus* bien por su tamaño o coloración pasa más desapercibido para el depredador.

Sin embargo, en presencia de la mosca blanca como presa alternativa, el porcentaje de depredación tanto de *A. colemani* como de *D. isaea* se reduce, siendo incluso en este último nulo, lo cual indica que la mosca tigre prefiere depredar mosca blanca, probablemente porque le resulta más fácil atraparla para alimentarse de ella. En el caso de *E. mundus*, con presencia de mosca blanca, prácticamente los porcentajes de depredación son los mismos que en ausencia de ella, luego es una presa de la que puede alimentarse, pero pasa más inadvertida.

En cuanto a los depredadores, como *N. tenuis* y *O. laevigatus*, prácticamente no existe depredación por *C. attenuata*, ni en ausencia ni en presencia de mosca blanca, al ser insectos de mayor tamaño y que disponen de estructuras como el estilete, probablemente se defiendan mejor frente a los ataques de la mosca tigre.

Por definición, los depredadores generalistas atacan, dominan y consumen un amplio rango de las especies presa que encuentran, siendo varios los factores fisiológicos y morfológicos, los que pueden influir en la aceptación de la presa (HAGEN, 1987). Un factor físico característico, es el tamaño de la presa (SABELI, 1992), también, después del contacto con una presa potencial, las características de la cutícula o la presencia de ceras puede afectar la respuesta del depredador a las presas (HAGEN, 1987). Además, las defensas de la presa (químicas, morfológicas, de comportamiento) pueden determinar si un depredador acepta o rechaza la presa (SABELIS, 1992; SH, 1987)

En la bibliografía consultada, MARTÍNEZ y COCQUEMPOT (2000), indican que *C. attenuata* no compite con otros insectos auxiliares naturales o introducidos, citando algunos como *Dacnusa sibirica* Telenga, *Eretmocerus* spp, *Macrolophus* spp y *Orius* spp. En las experiencias llevadas a cabo por KUNNE (1998) cita a los parasitoides *Encarsia formosa* (Graham) y *D. sibirica* como compatibles con la presencia de este depredador.

La zona de Dalias y Berja es una de las comarcas de la provincia de Almería, donde existe una mayor presencia de poblaciones naturales de la mosca tigre (TÉLLEZ y TAPIA, 2005a y b), además es una de las zonas donde hay mayor superficie de invernaderos con control biológico y por tanto es muy frecuente la introducción de la mayoría de los enemigos naturales utilizados en los ensayos. Teniendo en cuenta que todas las experiencias se han realizado en las peores condiciones para los insectos auxiliares, condiciones que se dan con baja probabilidad en campo, podríamos considerar que la presencia de poblaciones naturales de *C. attenuata* no tiene porqué interferir en la actividad de insectos depredadores, si bien en el caso de los parasitoides habrá que prestar mayor atención debido a la posibilidad de que afecte a sus poblaciones.

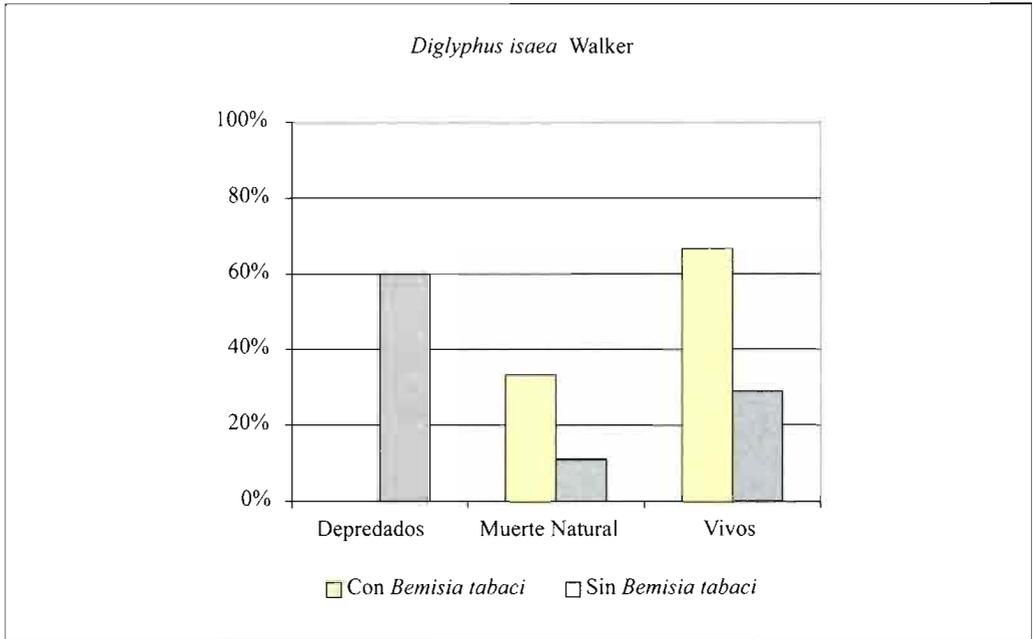


Figura 4. Porcentaje de adultos de *D. isaea* depredados por *C. attenuata*, vivos y muertos de forma natural con presencia o ausencia de *B. tabaci*.

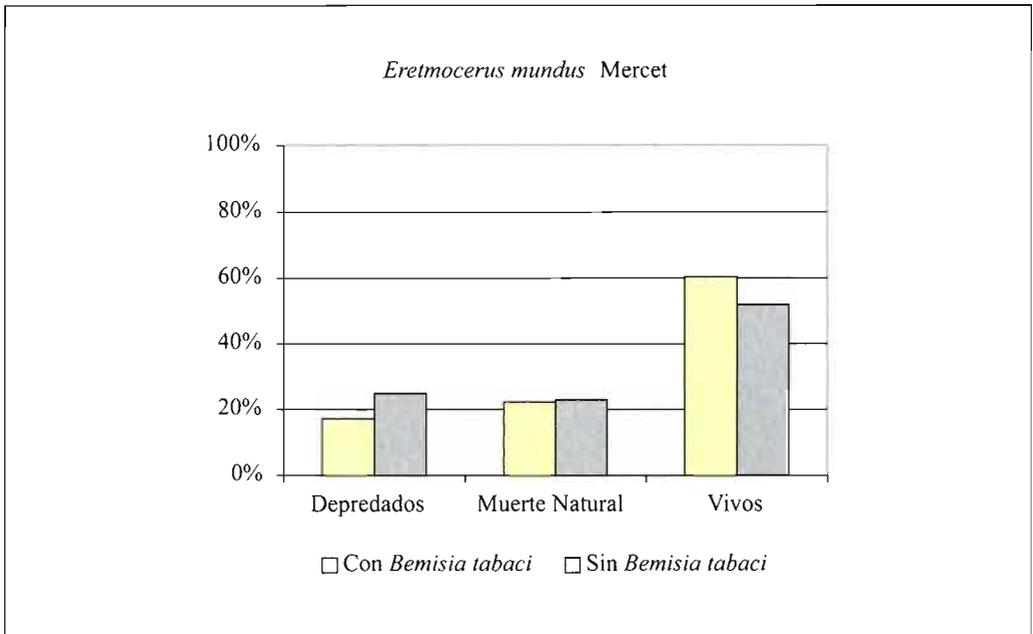


Figura 5. Porcentaje de adultos de *E. mundus* depredados por *C. attenuata*, vivos y muertos de forma natural con presencia o ausencia de *B. tabaci*.

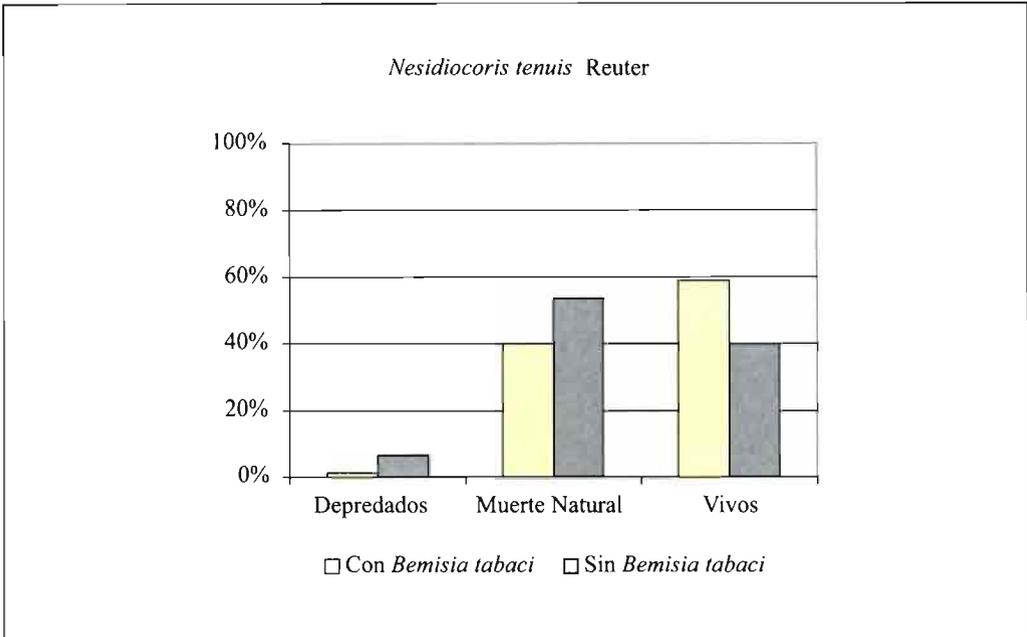


Figura 6. Porcentaje de adultos de *N. tenuis* depredados por *C. attenuata*, vivos y muertos de forma natural con presencia o ausencia de *B. tabaci*.

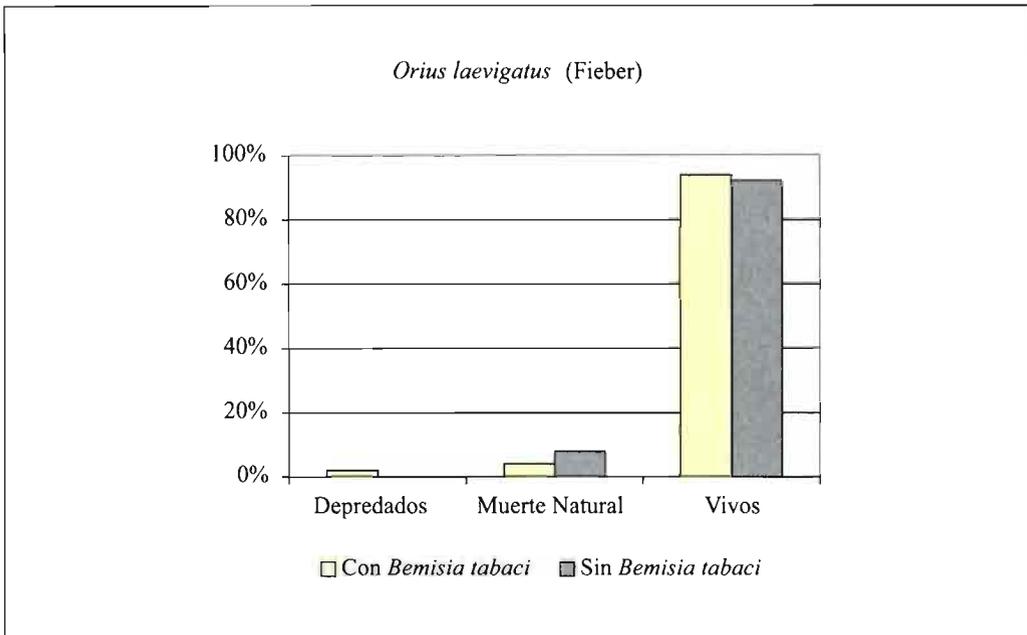


Figura 7. Porcentaje de adultos de *O. laevigatus* depredados por *C. attenuata*, vivos y muertos de forma natural con presencia o ausencia de *B. tabaci*.

## ABSTRACT

TÉLLEZ NAVARRO M. M. , G. TAPIA PERÉZ. Predatory activity of *Coenosia attenuata* Stein (Diptera: Muscidae) over other natural enemies in laboratory conditions. *Bol. San. Veg. Plagas*, 32: 491-498.

The spontaneous appearance of the predator *Coenosia attenuata* (Diptera: Muscidae) has been detected inside the Almería's greenhouses. Its population is more plentiful in those greenhouses where exists an important reduction of chemical treatments as a consequence of the application of biological control. The aggressive predatory activity observed in *C. attenuata*, shows that, in absence of pests-preys, it may have a negative impact over those beneficial organisms used in the biological control of pests. The objective of this work is to determine the predatory action of *C. attenuata* over the most used auxiliary fauna in the integral control programs, either in absence or presence of alternative preys as the white fly (*Bemisia tabaci*) in laboratory conditions. The obtained results show that, out of all beneficial organisms evaluated, the parasitoides are the easiest preys, while the predators can better defend themselves against *C. attenuata*.

**Key words:** *Coenosia attenuata*, *Bemisia tabaci*, natural enemies, biological control, conservation.

## REFERENCIAS

- COLOMBO y EÖRDEGH, 1991. Ritrovamento de *Coenosia attenuata*, attivo predatore in Liguria e Lombardia. *L'Informatore Agrario*, 7(10):197-189.
- HAGEN, K. S., 1987. Nutritional ecology of terrestrial predators. Pages 533-577. In: F. Slansky and J. G. Rodriguez, eds. Nutritional Ecology of Insects, Mites, Spiders, and Related Invertebrates. John Wiley & Sons, New York.
- HENNING, W., 1964. Die Fliegen der Paläarktischen Region. 7(2). Ed. E. Lindner, Stuttgart, Germany.
- KÜHNE, S., 1998. Open rearing of generalist predators: a strategy for improvement of biological pest control in greenhouses. *Phytoparasitica*, 26: 277-281.
- KÜHNE, S., 2000. Räuberische Fliegen der Gattung *Coenosia* Meigen, 1826 (Diptera: Muscidae) und die Möglichkeit ihres Einsatzes bei der biologischen Schädlingsbekämpfung. *Studia dipterologica Supplement*, 9:1-78.
- MARTINEZ, M. y COCQUEMPOT, 2000. La mouche *Coenosia attenuata* nouvel auxiliaire prometteur en culture protégée. *PHM-Revue Horticole*, 414: 50-52
- POLH, D., F.N. UYGUR y J. SAUERBORN, 2003. Fluctuations in population of the first recorded predatory fly *Coenosia attenuata* in cotton fields in Turkey. *Phytoparasitica* 31(5):446-449.
- PRIETO, R., E. FIGUEIREDO, C. MIRANDA y A. MEIXA, 2003. Dípteros predadores do género *Coenosia* Meigen (Muscidae) em culturas hortícolas protegidas na região Oeste. 6º Encontro Nacional de Protecção Integrada- ESA Castelo Branco, Maio.
- RODRÍGUEZ-RODRÍGUEZ M. D. y A. AGUILERA, 2002. *Coenosia attenuata*, una nueva mosca a considerar en el control biológico de las plagas hortícolas. *PHYTOMA España*, 141: 27-34.
- SABELI, M. W., 1992. Predatory arthropods, pp. 225-264. In M.J. Crawley (Ed.), *Natural enemies*. Blackwell Scientific Pubs., Oxford
- SENSENBACH, E. J., J. P. SANDERSON y S. P. WRAIGHT, 2004. Hunter flies: Good guys in the greenhouse. *Growertalks*, 68(4):85-86.
- SIH, A., 1987. Predators and prey lifestyles: an evolutionary and ecological overview, pp. 203-224. En W.C. Kerfoot y A. Sih (Eds.), *Predation*. University Press of New England, Hanover.
- TAPIA, G, M. GAMEZ, T. CABELLO y M. M. TÉLLEZ, 2005. Modelo depredador-presa y aplicación al control biológico de esciáridos (*Bradysia* sp.) (Diptera: Sciaridae), y mosca blanca (*Bemisia tabaci*) (Gennadius) (Hom.: Aleyrodidae) por la mosca tigre (*Coenosia attenuata* STEIN) (Diptera: Muscidae). Resumen del IV Congreso Nacional de Entomología Aplicada; pag. 258. Bragança (Portugal), Octubre.
- TÉLLEZ, M. M. y G. TAPIA, 2005a. La mosca tigre, un depredador natural presente en los invernaderos de Almería. *Horticultura*, 183: 42-45.
- TÉLLEZ, M.M. y G. TAPIA, 2005b. Presencia y distribución de *Coenosia attenuata* (Diptera: Muscidae), en las principales zonas de la Provincia de Almería. *Bol. San. Veg. Plagas*, 31: 335-341.

(Recepción: 23 marzo 2006)

(Aceptación: 19 junio 2006)

## Respuesta biológica y poblacional de *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae) sobre seis cultivares de pimiento (*Capsicum annum* L.) en condiciones de laboratorio

A. VASICEK, F. R. LA ROSSA, M. MENDY, M. LÓPEZ, A. PAGLIONI

Cohortes de *Myzus persicae* (Sulzer) fueron criadas sobre los cultivares de pimiento (*Capsicum annum* L.) Astor, Dino, Platero, Pucará, Runner y Silvero, a  $20 \pm 1^\circ\text{C}$ , 70% de humedad relativa y 16:8 h (fotofase: escotofase). Bajo esas condiciones, el período ninfal fue más corto sobre Platero y Pucará (7,6 -7,7 días). El período reproductivo resultó menor en Silvero (21,7 días) y más largo en Dino (30,8 días). Sobre este último cultivar y Runner, el áfido fue más longevo con 44,8 y 44,4 días, respectivamente. La tasa reproductiva neta ( $R_0$ ) más alta correspondió a las cohortes criadas sobre Runner con 68,7 hembras/hembra/generación. Sin embargo la mayor tasa intrínseca de incremento natural ( $r_m$ ) correspondió a los áfidos criados sobre Platero y Pucará (0,252 y 0,245 hembras/hembra/día). El rápido incremento de *M. persicae* sobre estos últimos cultivares obliga a una mayor intensificación de los monitoreos a fin de detectar infestaciones tempranas.

A. VASICEK, M. MENDY, M. LÓPEZ, A. PAGLIONI. 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. C.C. 25 (1712). Castelar. Bs. As. Argentina. E-mail: rlarossa@cnia.inta.gov.ar

**Palabras clave:** *Myzus persicae*, *Capsicum annum*, tablas de vida, áfidos.

### INTRODUCCIÓN

El pulgón *Myzus persicae* (Sulzer) se encuentra distribuido mundialmente y ha sido observado en cientos de hospederas de más de 40 familias botánicas, pudiendo causar daños en numerosos cultivos (BLACKMANN y EASTOP, 1984; CAPINERA, 2005). En Argentina ha sido indicada como una plaga clave en cultivos de pimiento bajo cobertura (POLACK *et al.*, 2002), pudiendo desarrollar alta densidad poblacional en tejidos jóvenes de brotes, hojas, flores y frutos; causando marchitamiento, caída de botones florales y disminución del crecimiento general. Aun-

que los mayores perjuicios causados por el "pulgón verde del duraznero" son sin lugar a dudas, la transmisión de fitovirus, por lo que es considerado por muchos autores como el más importante vector en el mundo, habiéndose registrado la transmisión de más de 100 virus por esta especie; algunas enfermedades particularmente dañinas incluyendo al Potato leafroll virus (PLRV) y el virus Y de la papa (PVY) en Solanáceas (CAPINERA, 2005; RAGSDALE *et al.*, 2001; DJILANI KHOUADJA *et al.*, 2004). Otros virus determinados en pimiento y transmitidos eficientemente por *M. persicae* son el Mosaico del pepino (CMV) y el Mosaico de la alfalfa (AMV).

Diversos autores han demostrado que, el mayor potencial de transmisión de virus (PVY, AMV, CMV) ocurriría en el período inicial de desarrollo del cultivo de pimiento, lo cual aumenta la probabilidad de mayor impacto de estas enfermedades en los rendimientos (MARCO, 1993; QUIROZ *et al.*, 2005 y SEPÚLVEDA *et al.*, 2005).

Las tablas de vida mediante la estimación de los parámetros biológicos y demográficos de una población de insectos plaga, desarrolladas en laboratorio, son útiles para entender su dinámica poblacional, estudiar algunos aspectos de la biología del insecto, tales como tiempo de desarrollo, fecundidad y supervivencia (FLORES-PÉREZ *et al.*, 2004); también constituyen herramientas básicas para elaborar estrategias de control (SOUTHWOOD, 1994; CIVIDANES y SOUZA, 2003).

Como antecedentes al tema, RICCI *et al.* (2000) abordaron el estudio de la demografía del áfido sobre pimiento cv. Fyuco a 20 °C; VASICEK *et al.* (2001), investigaron los aspectos biológicos y poblacionales de *Aulacorthum solani*, *Myzus persicae* y *Macrosiphum euphorbiae* en el mismo cultivar a 10 °C. Antecedentes similares han sido aportados en hospederas crucíferas (VASICEK *et al.*, 2003a, b) y en *Lactuca sativa* (RICCI *et al.*, 1999).

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; SHIBAR *et al.*, 2000) y sobre todo en el manejo integrado de plagas. Estas estimaciones fueron utilizadas para evaluar resistencia en plantas (SAUGE *et al.*, 1998; LE ROUX *et al.*, 2004) y como patrón para seleccionar enemigos naturales (SCHÖLLER y HASSAN, 2001; PERDIKIS y LYKOURESSIS, 2002; TONG-XIAN, 2005; VISCARRET *et al.*, 2006).

En virtud de los escasos aportes referidos a la funcionalidad biológica y poblacional de *M. persicae* y dada su presencia constante en invernáculos del cinturón hortícola, el objetivo del presente trabajo fue evaluar la influencia de seis cultivares de pimiento en

relación a los parámetros biodemográficos del áfido, bajo condiciones controladas.

## MATERIAL Y MÉTODOS

El presente trabajo se llevó a cabo en el Insectario de la Cátedra de Zoología Agrícola (FCAYF - UNLP, Buenos Aires, Argentina). Las colonias madres de *M. persicae* provinieron de huertas comerciales de la zona (34°58' S; 57°54' O). Las plantas utilizadas en los bioensayos se obtuvieron a partir de semillas puestas a germinar en un sustrato conteniendo tierra mezclada con 1/3 de compuesto orgánico esterilizado en autoclave a 120°C, 1 kg/cm<sup>2</sup>, durante 1 h, repitiendo este procedimiento a las 48 h (DHINGRA y SINCLAIR, 1985). Sobre las plantas se transfirió una hembra, la que se dejó producir ninfas durante 24 h. Luego de este período se retiraron todos los individuos recién nacidos menos uno, obteniéndose cohortes de aproximadamente la misma edad. Se aislaron ninfas neonatas, colocándolas individualmente en jaulas de aplique (NOBLE, 1960) sobre hojas de plantas de pimiento (*C. annuum*) de aproximadamente 60 días, en los cultivares comerciales: Astor, Dino, Platero, Pucará, Runner y Silvero, dispuestas en pots plásticos de 7,5 cm de diámetro y 10,5 cm de altura conteniendo sustrato. El bioensayo se efectuó en una cámara climatizada con una temperatura de 20 ± 1°C y con una humedad relativa cercana al 70% y 16:8 horas fotofase: escotofase. Se criaron simultáneamente dos cohortes de 20 individuos iniciales en cada cultivar, totalizando 240 áfidos. Diariamente se registraron los cambios de estadio, el número de individuos muertos y los nacimientos, una vez alcanzado el estado adulto. 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 con  $\alpha = 0,05$ . 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 ( $\lambda$ ) (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:

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

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

donde: x= edad (días); e= 2,718; ln= logaritmo natural. El parámetro  $r_m$  se calculó mediante sucesivas iteraciones de la Ecuación de Lotka. 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  $\alpha = 0,05$ ; con n =40. 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;  $\lambda$ : tasa finita de crecimiento; t: tiempo.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los parámetros obtenidos fueron comparados estadísticamente con el objeto de detectar posibles diferencias que reflejarían la influencia del hospedante sobre la biología y demografía de *M. persicae*. En el Cuadro 1 se muestra la duración promedio en días de cada uno de los períodos de la vida del áfido. Los períodos ninfales más cortos se registraron sobre los cultivares Platero y Pucará en tanto que el áfido tardó más en alcanzar el estado adulto en Runner y Astor aunque no se registraron diferencias significativas entre este último y los cultivares Dino y Silvero. En todos los casos el período pre-reproductivo no duró más de 1 día y el reproductivo fue más largo en Dino y Runner, mientras que el más corto correspondió a las cohortes criadas sobre Silvero y Pucará. La mayor longevidad se observó en Dino y Runner mientras que la menor se observó sobre Pucará. En ensayos efectuados sobre brócoli cultivar Verde Tardío (VASICEK *et al.*, 2003b) el período ninfal (6,95 - 7,08 días) resultó levemente inferior al hallado en los pimientos Platero y Pucará, aunque en éstos el período reproductivo y la longevidad fueron mucho más largos que en la crucífera con 13,87 - 16,80 y 24,08 - 27,84, respectivamente.

En cuanto a los parámetros demográficos (Cuadro 2) se observó que la mayor tasa neta de reproducción ( $R_0$ ) correspondió a los áfidos criados sobre Runner con 68,37 hembras/hembra/generación. Sin embargo, la tasa intrínseca de crecimiento ( $r_m$ ) resultó más alta en Pucará y Platero debido a que el intervalo entre generaciones sucesivas es más corto que en Runner, tal como lo expre-

Cuadro 1. Duración media de los períodos de desarrollo y la longevidad total, en días de *Myzus persicae* (Sulz.) sobre seis cultivares de pimiento.

| Cultivar          | Ninfal <sup>W</sup>   | Pre-rep. | Reprod.  | Post-rep. | Long.   |
|-------------------|-----------------------|----------|----------|-----------|---------|
| Astor             | 9,750 ab <sup>X</sup> | 1        | 26,45 bc | 2,80 e    | 39,92 b |
| Dino              | 9,625 b               | 1        | 30,95 a  | 3,25 d    | 44,82 a |
| Platero           | 7,575 c               | 1        | 27,20 b  | 4,37 a    | 40,15 b |
| Pucará            | 7,700 c               | 1        | 24,32 cd | 3,60 c    | 36,62 c |
| Runner            | 10,625 a              | 1        | 28,80 ab | 4,02 b    | 44,45 a |
| Silvero           | 9,128 b               | 1        | 21,72 d  | 3,51 cd   | 35,36 c |
| HSD (5 %)         | 0,889                 | -        | 2,65     | 0,28      | 2,71    |
| CV % <sup>Y</sup> | 14,8                  | -        | 14,9     | 11,7      | 10,0    |
| n <sup>Z</sup>    | 40                    | 40       | 40       | 40        | 40      |

<sup>W</sup> Valor medio del parámetro. <sup>X</sup> Medias en la misma columna seguidas por igual letra indican diferencias no significativas con  $P = 0,05$ . <sup>Y</sup> Coeficiente de variabilidad. <sup>Z</sup> Número de áfidos.

Cuadro 2. Parámetros demográficos de *Myzus persicae* (Sulz.) sobre seis cultivares de pimiento.

| Cultivar          | $R_0$ <sup>W</sup>   | $r_m$    | T        | $\lambda$ | D        |
|-------------------|----------------------|----------|----------|-----------|----------|
| Astor             | 35,54 e <sup>X</sup> | 0,192 bc | 18,57 b  | 1,212 b   | 3,603 ab |
| Dino              | 45,97 d              | 0,202 bc | 18,98 b  | 1,223 b   | 3,436 b  |
| Platero           | 61,59 b              | 0,252 a  | 16,32 c  | 1,287 a   | 2,746 c  |
| Pucará            | 54,93 c              | 0,245 a  | 16,33 c  | 1,278 a   | 2,824 c  |
| Runner            | 68,37 a              | 0,203 b  | 20,83 a  | 1,225 b   | 3,417 b  |
| Silvero           | 38,49 e              | 0,186 c  | 19,59 ab | 1,205 b   | 3,717 a  |
| HSD (5%)          | 4,81                 | 0,016    | 1,37     | 0,0206    | 0,277    |
| CV % <sup>Y</sup> | 14,17                | 11,73    | 11,18    | 2,49      | 12,62    |
| n <sup>Z</sup>    | 40                   | 40       | 40       | 40        | 40       |

<sup>W</sup> Valor medio del parámetro. <sup>X</sup> Medias en la misma columna seguidas por igual letra indican diferencias no significativas con  $P = 0,05$ . <sup>Y</sup> Coeficiente de variabilidad. <sup>Z</sup> Número de áfidos.

san los valores de T. En razón de que la tasa finita de crecimiento ( $\lambda$ ) y el tiempo de duplicación (D) derivan de la tasa intrínseca de crecimiento natural ( $r_m$ ), las comparaciones siguen igual tendencia, de manera que los valores más altos de ( $\lambda$ ) y los más bajos de D correspondieron a las crías sobre Platero y Pucará. A su vez, en un lapso de 15 días, una hembra partenogenética, en ausencia de factores extrínsecos de mortalidad, podría originar poco más de 400 descendientes en los dos últimos cultivares y alrededor de la mitad o menos sobre los restantes (Figura 1).

El parámetro  $r_m$  puede resumir las características vitales de una especie, resultando muy útil para la comparación entre indivi-

duos o cohortes de áfidos en diferentes condiciones (DIXON, 1987). Se advierte entonces que *M. persicae* evidencia una merma significativa de su poder reproductivo sobre Silvero. Según LE ROUX *et al.* (2004), la evaluación de la  $r_m$  sobre áfidos criados en condiciones de laboratorio (p. ej. en papa), está generalmente orientada a reflejar fenómenos de resistencia de naturaleza antibiótica, sin embargo, la repelencia o deterrencia, también referida como antixenosis, puede inducir cambios en dicha tasa y es posible que eso ocurra respecto del último cultivar mencionado.

Los valores de  $r_m$  encontrados en el presente ensayo fueron menores al calculado

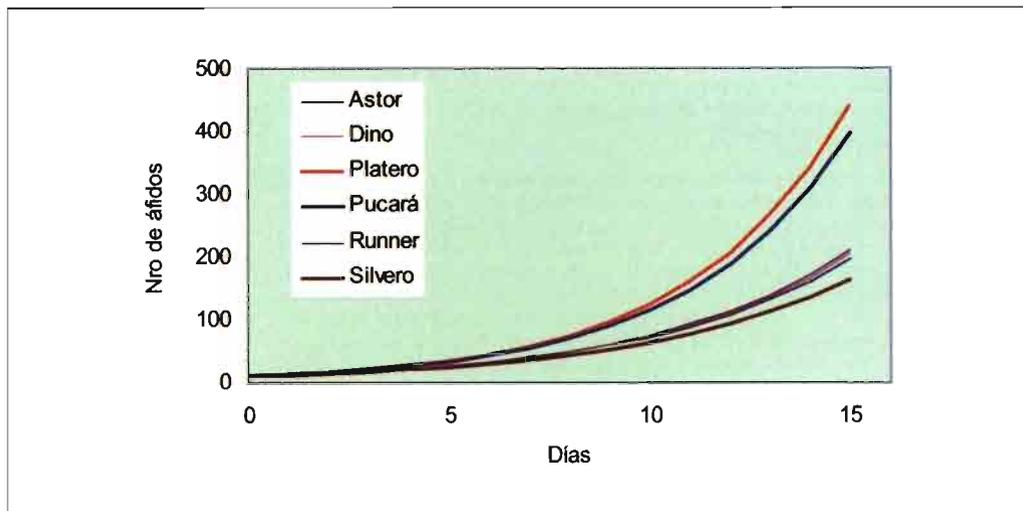


Figura 1. Curva teórica de crecimiento poblacional de *Myzus persicae* sobre seis cultivares de pimiento.

para *M. persicae* criado sobre pimiento cv. Fyuco (RICCI *et al.*, 2000) a la misma temperatura. En ese cultivar la  $r_m$  fue de 0,27 hembras/hembra/día, con una  $R_0$  de 43,6 hembras/hembra/generación (entre Silvero y Dino) y el T muy bajo, de apenas 14,1 días, menor a todos los tiempos generacionales encontrados sobre los cultivares ensayados en el presente trabajo. TREMBLAY y SOULIOTIS (1974) trabajando sobre pimiento verde hallaron una  $r_m$  de 0,33. La mayoría de las especies de pulgones, incluso *Aphis gossypii* Glover, arrojan tasas cercanas a 0,3 cuando se crían a temperaturas entre 19 y 20 °C (JARRY, 1993).

En otras especies hortícolas, *M. persicae* arrojó valores de la  $r_m$  dentro del rango hallado para pimiento-brócoli cv. Verde Tardío: 0,210-0,217; repollo cv. Ditchmark: 0,226; repollito de Bruselas cv. Oliver: 0,212; y remolacha cv. Asgrow Wonder: 0,212 (VASICEK *et al.*, 2003a, b). Sobre lechuga cv. Crimor se encontró una  $r_m$  de 0,186, similar al de Silvero, mientras que en el cv. Dolly fue menor (0,137) e incluso un valor negativo en el cv. Regina (-0,025).

NARVAEZ y NOTZ (1996), sobre papa (*Solanum tuberosum* L.), obtuvieron a 26,7

°C y fotofase de 12 h, en Venezuela,  $r_m = 0,25$  y  $T = 11,43$  días, aunque la  $R_0$  (15,72) resultó muy inferior a las expuestas aquí. Un valor mucho mayor de este último parámetro fue hallado por los citados autores cuando el áfido se crió sobre sésamo (*Sesamum indicum* L.), 51,76 hembras/hembra/generación, dando en este caso una  $r_m$  más alta (0,36). MURAY y TSUMUKI (1996) estudiando el efecto de dos temperaturas sobre la reproducción de *M. persicae* en rábano (*Raphanus sativus* L.), encontraron una  $r_m$  de 0,21 y  $R_0$  de 61,5 a 15 °C, mientras que a 20 °C, los valores de los respectivos parámetros fueron 0,33 y 60,6. En ese caso, con igual temperatura de cría, se obtuvo una  $r_m$  mucho mayor a las encontradas en el presente trabajo. Es de destacar la similitud de los valores de la  $R_0$  con ambas temperaturas lo cual permite inferir que las variaciones debidas a este factor se expresan con mayor énfasis en la  $r_m$  y cuanto mayor es la temperatura, hasta un cierto límite, más alto será su valor.

Puede concluirse que de utilizarse los cultivares de pimiento Pucará y Platero deben intensificarse los monitoreos a fin de detectar infestaciones tempranas de *M. persicae* e implementar medidas de control.

## ABSTRACT

VASICEK A., F. R. LA ROSSA, M. MENDY, M. LÓPEZ, A. PAGLIONI. 2006. Biological and populational response of *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae) on six pepper cultivars (*Capsicum annum* L.) under laboratory conditions. *Bol. San. Veg. Plagas*, **32**: 499-505.

Cohorts of *Myzus persicae* (Sulzer) were reared on the pepper (*Capsicum annum* L.) cultivars, Astor, Dino, Platero, Pucará, Runner and Silvero, at  $20 \pm 1^\circ\text{C}$ , 70% relative humidity and a 16:8 h L:D cycle. Under those conditions the nymphal period was shorter on Platero and Pucará (7,6 - 7,7 days). The reproductive period was shorter in Silvero (21,7 days) and longer in Dino (30,8 days). On the last mentioned cultivar and Runner, the aphid showed highest longevity with 44,8 and 44,4 days, respectively. The higher net reproductive rate ( $R_0$ ) it corresponded to the cohorts reared on Runner with 68,7 females/female/generation. However the highest intrinsic rate of natural increase ( $r_m$ ) it corresponded to the aphids reared on Platero and Pucará (0,252 and 0,245 females/female/day). The rapid increase of *M. persicae* on these last cultivars forces to intensify monitorings in order to detect early infestations.

**Key words:** *Myzus persicae*, *Capsicum annum*, life tables, aphids.

## REFERENCIAS

- BLACKMAN, R. L.; EASTOP, V. F. 1984. Aphids on the world's crops: an identification guide. John Wiley and Sons, Chichester, 466 pp.
- CAPINERA, J. L. 2005. *Myzus persicae* (Sulzer) (Insecta: Hemiptera: Aphididae). Publ. N° EENY-222. University of Florida. <http://www.ufl.edu/>. (October 2005).
- CIVIDANES, F. J.; SOUZA, A. P. 2003. Exigências térmicas e tabelas de vida de fertilidade de *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae) em laboratório. *Neotropical Entomology*, **32**(3): 413-419.
- DHINGRA, O. D.; SINCLAIR, J. B. 1985. Basic plant pathology methods. CRC Press, Boca Ratón, Florida, 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. Elsevier. Amsterdam. 2 (secc. 4.5): 269-287.
- DJILANI KHOUADJA, J.; ROUZE JOUAN, J.; GAUTHIER, J. P.; BOUHACHEM, M.; MARRAKCHI, M. 2004. Transmission efficiency of Tunisian "Potato leafroll virus" isolates by Tunisian clones of the "*Myzus persicae*" complex (Hemiptera: Aphididae). *Bol. San. Veg. Plagas*, **30** (1.1): 47-56.
- FLORES PÉREZ, L.; BAUTISTA MARTINEZ, N.; VERA GRAZIANO, J.; VALDEZ CARRASCO, J.; ANGULO, A. 2004. Ciclo de vida y tasas de supervivencia y reproducción de *Copitarsia incommoda* Walter (Lepidoptera: Noctuidae) en tres cultivares de *Brassica oleracea* L. *Agro-Ciencia*, Chile, **38**: 517-523.
- 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.
- JARRY, I. 1993. *Aphis spiraeicola* Patch: a comparative r calculation of a dwarf strain obtained from laboratory rearing on celery (*Apium graveolens* L.) vs. the strain living on spirea (*Spiraea* sp.). *Bollettino del Laboratorio di Entomologia agraria Filippo Silvestri*, **50**: 157-173.
- LARA, F. M.; MAYOR, J.; COELHO, A.; FORNASIER, J. B. 1978. Resistência de variedades de couve a *Brevicoryne brassicae* (Linnaeus, 1758). I Preferência em condições de campo e laboratório. *An. Soc. Entomol. 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. *An. Soc. Entomol. Brasil*, **8** (2): 217-223.
- LA ROSSA, 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. *J. Econ. Entomology*, **97** (6): 2079-2082.
- MURAY, T.; TSUMUKI, H. 1996. Population increases of the green peach aphid. *Myzus persicae* (Sulzer) and cotton aphid, *Aphis gossypii* Glover. *Bulletin Research of the Institute Bioresources*, **4** (1): 59-65.
- NARVAEZ, Z.; NOTZ, A. 1996. Parámetros poblacionales del áfido verde del ajonjolí, *Myzus persicae* (Sulzer) sobre papa *Solanum tuberosum* L. y ajonjolí, *Sesamum indicum* L. *Boletín de Entomología Venezolana*, **11** (1): 19-47.
- MARCO, S. 1993. Incidence of non-persistently transmitted viruses in pepper sprayed with whitewash, oil, and insecticide, alone or combined. *Plant Dis*, **97**: 1119-1122.
- NOBLE, M. D. 1960. A simplified cage for aphid investigations. *Can. Ent.*, **90**: 760.

- 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.
- POLACK, A.; SAINI, E.; GARCIA SAMPEDRO, C. 2002. Guía de monitoreo y reconocimiento de plagas y enemigos naturales de tomate y pimiento. Ediciones INTA. EEA San Pedro. 51 pp.
- QUIROZ, C.; LARRAÍN, P.; SEPÚLVEDA, P. 2005. Abundancia estacional de insectos vectores de virosis en dos ecosistemas de pimiento (*Capsicum annum* L.) de la Región de Coquimbo, Chile. *Agricultura Técnica*, **65**(1): 3-19.
- RICCI, M.; VASICEK, A.; LA ROSSA, F. 1999. Estadísticos vitales de *Myzus persicae* (Sulzer) (Homoptera: Aphididae) en tres cultivares de lechuga. *Revista CEIBA*, Honduras, **40** (1): 69-71.
- RICCI, M.; LA ROSSA, F.; VASICEK, A. 2000. Demografía del "pulgón verde del duraznero" *Myzus persicae* (Sulzer) (Homoptera: Aphidoidea) sobre pimiento (*Capsicum annum*) en condiciones de laboratorio. *Revista CEIBA*, Honduras, **41**(1): 17-20.
- RAGSDALE, D. W.; RADCLIFFE, E. B.; DIFONZO, C. D. 2001. Epidemiology and field control of PVY and PLRV. In: Loebenstein, G., P. H. Berger, A. A. Brunt and R. H. Lawson (eds.), *Virus and Virus-like Diseases of Potatoes and Production of Seed-potatoes*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht: 237-270.
- SAUGE, M. H.; KERVILLA, J.; THIERRY, P. 1998. Settling behaviour and reproductive potential of the green peach aphid *Myzus persicae* on peach varieties and a related wild *Prunus*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, **89** (3): 233-242.
- 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.
- SEPÚLVEDA, P.; LARRAÍN, P.; QUIROZ, C. 2005. Identificación e Incidencia de Virus en Pimiento en la Zona Centro Norte de Chile y su Asociación con Vectores. *Agricultura Técnica*, **65** (3): 235-245.
- SHIBAR T., C. A.; CARRILLO L. J. R.; KALAZICH, J.; BARRIENTOS, C. 2000. Evaluación del comportamiento *Myzus persicae* (Sulzer) (Homoptera: Aphididae), en híbridos de *Solanum berthaultii* (Hawkes) x *Solanum tuberosum* (L.) a través de dos metodologías. *Agro-Sur*, **28** (2): 51-59.
- SOUTHWOOD, T. R. E. 1994. *Ecological methods*. Ed. Chapman y Hall, 524 pp.
- 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.
- TREMBLAY, E.; SOULIOTIS, C. 1974. Saggio su un indice bioclimatico per it *Myzus persicae* Sulz. (Homoptera: Aphidoidea). *Bollettino di Laboratorio di Entomologia agraria Filippo Silvestri*, **31**: 109-120.
- VASICEK, A.; LA ROSSA, F.; PAGLIONI, A. 2001. Aspectos biológicos y poblacionales de *Aulacorthum solani*, *Myzus persicae* y *Macrosiphum euphorbiae* (Homoptera: Aphidoidea) en pimiento (*Capsicum annum* L.). *Bol. San. Veg. Plagas*, **27**: 439-446.
- VASICEK, A.; LA ROSSA, F.; PAGLIONI, A. 2003a. Incremento poblacional de *Myzus persicae* (Sulzer) sobre tres Crucíferas hortícolas en laboratorio. *Agricultura Técnica*, Chile, **63** (1): 10-14.
- VASICEK, A.; LA ROSSA, F. R.; PAGLIONI, A.; FOSTEL MONDÓN, L. 2003b. Biología y demografía de *Myzus persicae* (Sulz.) y *Brevicoryne brassicae* (L.) (Homoptera: Aphididae) sobre dos variedades de *Brassica oleracea* L. *Agro-Ciencia*, Chile, **19** (1): 25-29.
- VISCARRET, M. M.; LA ROSSA, R.; SEGURA, D. F.; OVRUSKI, S. M.; CLADERA, J. L. 2006. Evaluation of the parasitoid *Diachasmimorpha longicaudata* (Ashmead) (Hymenoptera: Braconidae) reared on a genetic sexing strain of *Ceratitis capitata* (Wied.) (Diptera: Tephritidae). *Biological Control*, **36**: 147-153.

(Recepción: 23 marzo 2006)

(Aceptación: 16 mayo 2006)



## Tratamento quarentenário em ovos de *Stenoma catenifer* Walsingham (Lepidoptera: Elachistidae), com radiação gama do Cobalto-60

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

O objetivo deste trabalho foi determinar a dose letal de radiação gama para ovos de *Stenoma catenifer*. Utilizou-se um irradiador Gammacell-220 (Co<sup>60</sup>), (Tx. Dose: 1.054 kGy/h) para irradiação dos ovos. As doses foram: 0, 25, 50, 75, 100, 125 e 150 Gy, 90 ovos/dose (seis repetições). Avaliou-se o número de lagartas eclodidas e as sobreviventes foram criadas em sementes de abacate. Os adultos obtidos foram acasalados com insetos normais, criados em gaiolas revestidas com papel dupla face, contendo alimento (mel a 10%) e um fruto de abacate. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, sendo os dados submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey (P=5%). Verificou-se a eclosão de lagartas dos ovos tratados com doses de 0, 25 e 50 Gy. A dose de 50 Gy causou deformação nas lagartas eclodidas. O efeito da radiação gama na viabilidade dos ovos, foi proporcional ao aumento da dose. Adultos provenientes de ovos tratados com 25 Gy apresentaram inviabilidade dos ovos de 92,85 e 100%, para machos e fêmeas, respectivamente. Recomenda-se 75 Gy de radiação gama para tratamento quarentenário de frutos de abacate infestados com ovos de *S. catenifer*.

L. K. F. SILVA, V. ARTHUR. Irradiação de Alimentos e Radioentomologia, USP, Cx.P. 96, 13400-970, Piracicaba, SP. Tel. (19) 3429-4665, lkfsilva@hotmail.com  
D. E. NAVA, J. R. P. PARRA. Entomologia, Fitopatologia e Zoologia Agrícola ESALQ/USP Av. Pádua Dias, 11, 13418-900, Piracicaba, SP. Tel. (19) 34294199.

**Palavras-chave:** Elachistidae, broca-do-abacate, radiação gama.

### INTRODUÇÃO

*Stenoma catenifer* Walsingham, 1912 (Lepidoptera: Elachistidae), popularmente conhecida como broca-do-abacate é uma espécie neotropical, causando grandes prejuízos à produção e exportação de abacate no Brasil (MEDINA, 1978; VENTURA *et al.*, 1999). Em muitos casos, os produtores preferem abandonar as áreas de produção, devido à falta de medidas de controle que sejam eficazes e que não cause impacto ambiental. O principal método de controle empregado é o químico, sendo os inseticidas do grupo dos piretróides os mais empregados, mas são

incapazes de atuar sobre as lagartas presentes no interior dos frutos e a falta de estudos biológicos deste inseto, tem sido o fator limitante para o sucesso do controle químico e de outros tipos de controle (NAVA, 2005).

Dados do USDA (2003), afirmam que *S. catenifer* é uma das mais importantes pragas do abacate no mundo. As fêmeas que usualmente permanecem escondidas durante o dia e voam à noite, depositam seus ovos na parte externa dos frutos de abacate. Ao eclodirem, as lagartas perfuram o fruto e se alimentam da polpa por até 20 dias, depois se dirigem para a semente onde permanecem até sair para empupar fora do fruto (no solo). O número de

gerações por ano pode variar, dependendo da disponibilidade de frutos e o grau de infestação, pode chegar a 100% (EBELING, 1959; JARAMILLO *et al.*, 1972; NAVA, 2005).

Em estudos do comportamento de oviposição de *S. catenifer* em laboratório, Nava *et al.*, (2005) concluíram que para postura, a broca-do-abacate necessita da associação de um estímulo químico (fruto de abacate) e físico (papel toalha com depressões) e observaram ainda que a oviposição de *S. catenifer* se dá na escotofase, com 80% se concentrando entre 20:00 e 24:00 h.

Dentre as metodologias utilizadas para desinfestação de frutos pós-colheita, é citado o tratamento térmico (frio ou calor), embora baixas temperaturas contra os insetos da ordem Lepidoptera sejam ineficientes e as altas temperaturas provocam danos aos frutos.

Os métodos convencionais para o controle de pragas na pré-colheita, podem trazer uma série de problemas para o agricultor e para o meio ambiente. Portanto, além do controle ao nível de campo, devem ser desenvolvidos métodos quarentenários eficazes, capazes de garantir a sanidade do produto. Neste aspecto, pesquisas têm demonstrado que a utilização da radiação ionizante do Cobalto-60, é uma alternativa segura, limpa, não deixa resíduo indesejável nos produtos tratados, garante eficiência na mortalidade e esterilização dos insetos conferindo segurança ao nível do Probit 9, além de não oferecer risco aos inimigos naturais, polinizadores e ao meio ambiente (ARTHUR, 1997).

Assim, objetivou-se com este trabalho investigar o tratamento quarentenário utilizando a radiação ionizante sobre a fase de ovo de *S. catenifer*, visando desenvolver um método alternativo de controle de *S. catenifer*.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Estabelecimento da criação de manutenção

Para a realização dos experimentos estabeleceu-se uma criação de manutenção segundo metodologia desenvolvida por NAVA & PARRA (2005). Utilizou-se gaiolas confeccionadas de

tubo de PVC (23 x 15 cm), revestidas internamente com papel toalha absorvente dupla face. Em cada gaiolas foram colocados 10 casais alimentados com uma solução de mel a 10%. Adicionou-se também na gaiola um fruto de abacate, necessário para estimular a postura (NAVA *et al.*, 2005). Os insetos foram criados em sala climatizadas, na temperatura de  $25 \pm 2^\circ\text{C}$ , umidade relativa de  $60 \pm 20\%$  e fotofase de 14 horas.

### Determinação da dose letal para ovos de *Stenoma catenifer*.

Foram utilizados ovos de até 24 horas de desenvolvimento, colocados em papel toalha absorvente dupla face. Para o tratamento quarentenário utilizou-se a radiação gama a uma dose de 1.054 kGy/h (18/11/2003). Os ovos foram irradiados em potes plásticos (10 x 8 x 6 cm), mantendo-se o papel que serviu de substrato. As doses de radiação gama empregadas foram: 0 (testemunha), 25, 35, 50, 75, 100, 125 e 150 Gy, constando em cada dose, 15 ovos e seis repetições, com 90 ovos por dose e um total de 720 ovos.

Em seguida os ovos foram acondicionados em placas de Petri (5 x 2 cm) com um pedaço de papel absorvente umedecido por baixo do papel que continham os ovos. As placas foram vedadas com filme plástico para evitar a saída das lagartas neonatas pelo espaço entre a placa e a tampa, e em seguida levados à câmara climatizada com temperatura de  $25 \pm 1^\circ\text{C}$ , umidade relativa de  $70 \pm 10\%$  e fotofase de 14 horas.

Para a determinação da dose letal de radiação gama, foi feita a contagem sob um microscópio estereoscópico, cinco dias após a oviposição, quando já se conseguiu distinguir os ovos férteis e inférteis, através do número de ovos que apresentavam o cório aberto, indicando a ocorrência da eclosão de lagartas.

### Desenvolvimento da geração F1

As lagartas que eclodiram dos tratamentos realizados, foram "inoculadas" em sementes de abacate permanecendo nos recipientes de desenvolvimento larval até a fase

de pupa. Para obtenção da geração F1, os adultos sobreviventes foram acasalados com insetos normais para verificar a esterilização, avaliando-se a eclosão das lagartas. Os casais de *S. catenifer* foram individualizados em recipientes de acrílico (13 x 6 x 3 cm), contendo uma solução de água e mel a 10%, mantidos por 24 horas para o acasalamento. Em seguida, foram colocados em gaiolas de criação em tubos de PVC (23 x 15 cm), conforme descrito para a criação de manutenção.

#### **Delineamento experimental e análise dos dados**

O delineamento experimental foi o inteiramente ao acaso, com seis repetições. Os dados dos tratamentos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ( $P = 0,05$ ).

### **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

#### **Determinação da dose letal para ovos de *Stenoma catenifer***

Após os tratamentos dos ovos de *Stenoma catenifer* com as doses de 0, 25, 35, 50, 75, 100, 125 e 150 Gy, de radiação gama, verificou-se que os mesmos apresentaram aparência normal. A partir do terceiro dia, já era possível distinguir a cabeça das lagartas já formadas nas doses de 0 e 25 Gy. Na dose de 50 Gy poucos ovos apresentavam a cabeça das lagartas formadas, em média, apenas 2 ovos por placa, sendo que para as maiores doses, não se visualizou a formação cefálica das lagartas.

No quinto dia de incubação dos ovos, somente aqueles tratados com as doses de 0, 25 e 35 Gy eclodiram normalmente. Com a dose de 35 Gy, as lagartas aparentemente eram normais e para a dose de 50 Gy, apenas uma lagarta eclodiu apresentando má formação e não conseguia se movimentar normalmente, pois a parte posterior do corpo permanecia virada para cima e imóvel. Com as doses de 100 e 125 Gy, muitos ovos apresentaram vestígios de formação cefálica, enquanto que na dose de 150 Gy os ovos

tinham coloração amarelo-leitosa e aparência de murchos.

No sexto dia após a irradiação, quando eclodiram as lagartas do tratamento com a dose de 50 Gy, verificou-se que todas eram anormais, apresentando movimento corporal somente até o 3º segmento do corpo. O 4º e o 5º segmento apresentavam-se acinturados (eram mais finos) em relação a anteriores. Do 6º ao último segmento apresentaram uma paralisia e as lagartas se movimentavam com dificuldade, pois a parte ventral do corpo ficava encurvada para cima, além de apresentarem disfunção nervosa (tremores). Observou-se também que algumas lagartas não conseguiram eclodir dos ovos e, portanto, morreram no seu interior. Nenhuma das lagartas deste tratamento (50 Gy) conseguiu perfurar a semente e sobreviveram apenas por algumas horas.

De acordo com os dados da Tabela 1, observa-se que as lagartas eclodiram apenas dos ovos tratados com as doses de 0, 25, 35 e 50 Gy e que a partir da dose de 75 Gy, não houve eclosão de lagartas, considerando-a portanto, a dose letal para ovos. A viabilidade de ovos foi baixa para a dose de 50 Gy com apenas 18 %.

Lagartas eclodidas dos ovos tratados com a dose de 35 Gy conseguiram perfurar a semente de abacate, mas sobreviveram por poucos dias (1 a 3 dias) e morreram no seu interior.

De acordo com a análise de variância, comprovou-se o efeito altamente significativo, em nível de significância de 5 %, da radiação gama sobre a viabilidade dos ovos. Verificou-se que não houve diferença significativa entre as doses 0 e 25 Gy; 35 e 50 Gy e 75, 100, 125 e 150 Gy. Estes resultados são semelhantes aos encontrados por GROppo (1996), quando estudou os efeitos da radiação gama do Cobalto-60 nas diferentes fases do ciclo evolutivo da traça do tomateiro *Tuta absoluta* (Meyrich, 1917) (Lepidoptera, Gelechiidae) e aos de FOLLET & LOWER (2000), quando irradiaram ovos de *Cryptophlebia illepidia* e de *C. ombrodelta* com as doses de 62,5, 125, 250 e 400 Gy. Verifi-

Tabela 1. Média e porcentagem de lagartas de *Stenoma catenifer* eclodidas, após irradiação de ovos com radiação gama do Cobalto-60.

| Repetição         | D O S E S (Gy) |             |            |            |        |        |        |        |
|-------------------|----------------|-------------|------------|------------|--------|--------|--------|--------|
|                   | 0              | 25          | 35         | 50         | 75     | 100    | 125    | 150    |
| 1                 | 13,00          | 15,00       | 4,00       | 2,00       | 0,00   | 0,00   | 0,00   | 0,00   |
| 2                 | 14,00          | 15,00       | 2,00       | 3,00       | 0,00   | 0,00   | 0,00   | 0,00   |
| 3                 | 15,00          | 15,00       | 1,00       | 3,00       | 0,00   | 0,00   | 0,00   | 0,00   |
| 4                 | 15,00          | 14,00       | 2,00       | 6,00       | 0,00   | 0,00   | 0,00   | 0,00   |
| 5                 | 13,00          | 15,00       | 1,00       | 2,00       | 0,00   | 0,00   | 0,00   | 0,00   |
| 6                 | 15,00          | 15,00       | 3,00       | 1,00       | 0,00   | 0,00   | 0,00   | 0,00   |
| Σ                 | 85,00          | 89,00       | 13,00      | 17,00      | 0,00   | 0,00   | 0,00   | 0,00   |
| Média**           | 14,16±0,40 a   | 14,83±0,17a | 2,17±0,47b | 2,83±0,70b | 0,00c  | 0,00c  | 0,00c  | 0,00c  |
| %                 | 94,44          | 98,89       | 14,44      | 18,89      | 0,00   | 0,00   | 0,00   | 0,00   |
| Inviabilidade (%) | 16,67          | 12,22       | 85,56      | 81,11      | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 |
| F                 | 266,45*        |             |            |            |        |        |        |        |
| CV(%)             | 9,91≠          |             |            |            |        |        |        |        |

\*\* Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si (Tukey P = 5%), (Média ± EP).

≠Dados transformados para  $\sqrt{x+1,0}$ .

Tabela 2. Número médio e porcentagem de ovos de *Stenoma catenifer* obtidos de adultos emergidos de ovos irradiados com radiação gama do Cobalto-60.

| Casais | D O S E S (Gy) |             |           |            |           |              |
|--------|----------------|-------------|-----------|------------|-----------|--------------|
|        | 0              |             | 25        |            |           |              |
|        | (Fn x Mn)      |             | (Fn x Mi) |            | (Fi x Mn) |              |
|        | Total          | Inviáveis   | Total     | Inviáveis  | Total     | Inviáveis    |
| 1      | 228,00         | 21,00       | 0,00      | 0,00       | 197,00    | 197,00       |
| 2      | 2,00           | 0,00        | 4,00      | 4,00       | -         | -            |
| 3      | 307,00         | 9,00        | 0,00      | 0,00       | -         | -            |
| 4      | 178,00         | 0,00        | 7,00      | 7,00       | -         | -            |
| 5      | 318,00         | 73,00       | 3,00      | 2,00       | -         | -            |
| 6      | 274,00         | 1,00        | -         | -          | -         | -            |
| 7      | 60,00          | 11,00       | -         | -          | -         | -            |
| 8      | 206,00         | 39,00       | -         | -          | -         | -            |
| 9      | 12,00          | 10,00       | -         | -          | -         | -            |
| 10     | 236,00         | 29,00       | -         | -          | -         | -            |
| Σ      | 1822,00        | 193,00      | 14,00     | 13,00      | 197,00    | 197,00       |
| Média  | 182,20         | 19,30±7,23* | 2,80      | 2,60±1,32* | 197,00    | 197,00±0,00* |
| %      | 100,00         | 10,59       | 100,00    | 92,86      | 100,00    | 100,00       |

\*Média±Erro Padrão.

caram que para o tratamento com a dose de 62,5 Gy, 29,4 % dos ovos conseguiram chegar à fase de pupa e 11 % dos ovos tratados; emergiram adultos. Para as demais doses, não houve emergência de adultos. Os

autores determinaram através da Análise de Regressão Linear que 123 Gy garante 100 % de mortalidade para ovos de *C. illepipa*. Para os ovos de *S. catenifer* a partir de 75 Gy, não houve eclosão de lagartas.

### Adultos obtidos à partir de ovos de *Stenoma catenifer* irradiados

Adultos obtidos a partir de ovos irradiados com 25 Gy, foram acasalados com adultos normais e obteve-se a geração F1, os resultados encontram-se na Tabela 2, onde pode-se observar que somente foram obtidas 27 pupas de *S. catenifer* nos cruzamentos de Fêmeas normais x Machos irradiados e Fêmeas irradiadas x Machos normais (Fn X Mn e Fi X Mn), sendo que uma, apresentou deformações e não emergiu o adulto. Apenas 14 adultos foram obtidos dos tratamentos de ovos com radiação gama, o que corresponde a 2,22 %, sendo uma fêmea e 13 machos, desses; seis eram deformados e dois morreram ao emergirem, portanto apenas seis

adultos restaram (uma fêmea e cinco machos, 0,95 %) (Tabela 2).

Observou-se que os adultos sobreviventes no tratamento com a dose de radiação gama de 25 Gy apresentaram grande porcentagem de ovos inviáveis, 92,86 %. Enquanto que, para os insetos não irradiados a porcentagem de ovos inviáveis foi de apenas 10,59 %.

Estes dados são interessantes no tratamento de frutos com fins quarentenários, pois o tratamento com doses a partir de 50 Gy em ovos foram capazes de evitar a sobrevivência das lagartas neonatas e por ser uma dose baixa de radiação não causa mudanças nas características físico-químicas e organolépticas dos frutos irradiados.

### RESUMEN

SILVA L. K. F., V. ARTHUR, D. E. NAVA, J. R. P. PARRA. 2006. Tratamiento de cuarentena en huevos de *Stenoma catenifer* Walsingham (Lepidoptera: Elachistidae), con radiación gamma de Cobalto-60. *Bol. San. Veg. Plagas*, 32: 507-512.

El objetivo de este trabajo ha sido determinar la dosis letal de radiación gamma del Cobalto-60 para los huevos de *Stenoma catenifer*. Para la irradiación de los huevos se utilizó un irradiador Gammacell-220 (Co60), (Tasa de dosis: 1.054 kGy/h). Las dosis fueron: 0, 25, 50, 75, 100, 125 y 150 Gy, 90 huevos/dosis (seis repeticiones). Se evaluó el número de orugas eclosionadas, y las sobrevivientes se criaron en semillas de aguacate. Los adultos obtenidos fueron acoplados con insectos normales, criados en jaulas revestidas con papel de doble cara, que contenía el alimento (miel la 10%) y un fruto de aguacate. El diseño experimental fue totalmente aleatorio, siendo los datos sometidos al análisis de la varianza y las medias comparadas por el test de Tukey (P=5%). Se verificó la eclosión de orugas de los huevos tratados con dosis de 0, 25 y 50 Gy. La dosis de 50 Gy causó deformación en las orugas eclosionadas. El efecto de la radiación gama en la viabilidad de los huevos fue proporcional al aumento de la dosis. Los adultos provenientes de los huevos tratados con 25 Gy presentaron inviabilidad de 92,85 y 100% para machos y hembras, respectivamente. Se recomienda una radiación gama de 75 Gy para tratamiento de cuarentena de frutos de aguacate infestados con huevos de *S. catenifer*.

**Palabras clave:** Elachistidae, taladrador del aguacate, radiación gamma.

### ABSTRACT

SILVA L. K. F., V. ARTHUR, D. E. NAVA, J. R. P. PARRA. 2006. Quarantine treatment in eggs of *Stenoma catenifer* Walsingham (Lepidoptera: Elachistidae), with gamma radiation of Cobalto-60. *Bol. San. Veg. Plagas*, 32: 507-512.

The objective of this work has been to determine the lethal dose of gamma radiation of Cobalt-60 for the *Stenoma catenifer* eggs. For the irradiation of the eggs an irradiador Gammacell-220 (Co60) was utilized, (Rate dose: 1.054 kGY/h). The doses were: 0, 25, 50, 75, 100, 125 and 150 Gy, 90 eggs/dose (six repetitions). The number of caterpillars emerged was evaluated, and the survivors grewed in seeds of avocado. The adults obtained were coupled with normal insects, growed in boxes with double face paper containing the food ( 10% honey) and a fruit of avocado. The experimental design was totally

random, being the data submitted to the analysis of the variance and the averages compared by the test of Tukey ( $P=5\%$ ). The emergence of caterpillars from the treated eggs with dose of 0, 25 and 50 Gy was verified. The dose of 50 Gy caused deformation in the caterpillars emerged. The effect of the gamma radiation in the viability of the eggs was proportional to the dose increase. The adults from the eggs dealt with 25 Gy presented non viability of 92,85 and 100% for male and female, respectively. A radiation gamma of 75 Gy is recommended for treatment quarantine for avocado fruits infested with of *S. catenifer* eggs.

**Key words:** Elachistidae, avocado moth, gamma radiation.

#### REFERÊNCIAS

- ARTHUR, V. 1997. Controle de insetos-praga por radiações ionizantes. *O Biológico*, v.59, n.1, p. 77-79.
- EBELING, W. 1959. Subtropical fruit pest. Berkeley: University of California, Division of Agricultural Sciences, p.314-315.
- FOLLETT, P. A. E.; LOWER, R. A. 2000. Irradiation to ensure quarantine security for *Cryptophlebia* spp. (Lepidoptera: Tortricidae) in sapindaceous fruits from Hawaii. *Journal of Economic Entomology*, v.93, n.6, p.1848-1854.
- GROPPA, G. A. 1996. Efeitos da radiação gama do Cobalto-60 nas diferentes fases do ciclo evolutivo da traça do tomateiro *Tuta absoluta* (Meyrich, 1917) (Lepidoptera, Gelechiidae). Piracicaba, 62p. Tese (Doutorado) - Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo.
- HOHMANN, C. L.; MENEGUIM, A. M.; ANDRADE, E. A.; NOVAES, T. G.; ZANDONÁ, C. 2003. The avocado fruit borer, *Stenoma catenifer* (Wals.) (Lepidoptera: Elachistidae): egg and damage distribution and parasitism. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v.25, n.3, p.432-435.
- JARAMILLO, E. A.; VÁSQUES, J. T. G.; MOSS, C.S. 1972. Estudios sobre el barrenador del hueso y pulpa del aguacate *Stenoma catenifer* Walsingham (Lepidoptera: Stenomidae). *Agrociencia*, v.9D, p.18-24.
- MEDINA, J. C. 1978. Abacate: da cultura ao processamento e comercialização. Campinas: ITAL, 73 p.
- NAVA, D. E. 2005. Comportamento de oviposição, bioecologia e subsídios para o controle biológico de *Stenoma catenifer* Walsingham, 1912 (Lepidoptera: Elachistidae). Piracicaba, 140p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo.
- NAVA, D. E.; PARRA, J. R. P. 2005. Biologia de *Stenoma catenifer* Walsingham (Lepidoptera: Elachistidae) em dieta natural e artificial e estabelecimento de um sistema de criação. *Neotropical Entomology*, v.34, p.751-759.
- NAVA, D. E.; PARRA, J. R. P.; DIEZ-RODRIGUEZ, G. I.; BENTO, J. M. S. 2005. Oviposition behavior of *Stenoma catenifer* Walsingham (Lepidoptera: Elachistidae): chemical and physical stimuli and egg-laying time. *Annals of the Entomological Society of America*, v.98, p.409-414.
- SAOUR, G.; MAKEE, H. 2002. Effects of gamma irradiation used to inhibit potato sprouting on potato tuber moth eggs *Phthorimaea operculella* Zeller (Lep: Gelechiidae). *Journal of Applied Entomology*, v.126, p.315-319.
- UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE - USDA. Importation of Hass avocado fruit (*Persea americana* cv. Hass) from Mexico: A risk assessment. Washington: USDA, APHIS, PPQ, CPHST, 2003. [http://www.aphis.usda.gov/ppq/avocados/workplan\\_2003.pdf](http://www.aphis.usda.gov/ppq/avocados/workplan_2003.pdf). (23 jul. 2004).
- VENTURA, M. U.; DESTRO, D.; LOPES, E. C. A.; MONTALVÁN, R. 1999. Avocado moth (Lepidoptera: Stenomidae) damage in two avocado cultivares. *Florida Entomologist*, v. 82, n.4, p.625-631.

(Recepción: 24 marzo 2006)

(Aceptación: 31 mayo 2006)

## Viability of rearing *Telenomus* sp. (Hymenoptera, Scelionidae), an egg parasitoid of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera, Noctuidae), under laboratory conditions

S. DUARTE, C. I. GONÇALVES, E. FIGUEIREDO, J. A. QUARTAU, A. MEXIA, F. AMARO

The genus *Telenomus* Haliday is composed by hymenopteran egg parasitoids which attack insect hosts of the orders Lepidoptera and Hemiptera, mainly. In Portugal, in processing tomato fields, the parasitoid *Telenomus* sp. presence is almost coincident with the first tomato fruitworm eggs.

From May until September of 2004, six processing tomato fields in the Ribatejo region (central Portugal) were monitored weekly, 50 plants were observed per field and tomato fruitworm eggs were collected.

The established targets were: verify the possibility of rearing *Telenomus* parasitoids under laboratory conditions by investigating which host was the most adequate for mass rearing among the species used as hosts, and by evaluating the biological characteristics of the reared parasitoids.

*Telenomus* sp. specimens were tested regarding their host range possibilities. The species investigated as hosts were the noctuids *Autographa gamma* (Linnaeus), *Chrysodeixis chalcites* (Esper), *Helicoverpa armigera* (Hübner), *Peridroma saucia* (Hübner) and *Thysanoplusia orichalcea* (Fabricius), and the pyralid *Ephestia kuehniella* Zeller.

Rearing of *Telenomus* was possible under laboratory conditions, at  $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ ,  $65\pm 10\%$  RH and 12:12 (L:D). The development time, from oviposition to emergence, was of about 20 days.

During laboratory rearing, some factors indicated a possible existence of superparasitism situations. Moreover, the number of females that emerged increased throughout the generations.

*C. chalcites* proved to be the most appropriated host, with the highest parasitism rate, together with the lowest rate of larvae emergence and collapsed eggs. *A. gamma* showed a high rate of collapsed eggs, whereas *H. armigera* showed a low parasitism rate. Finally, *E. kuehniella* eggs were rejected because of their small size.

S. DUARTE, E. FIGUEIREDO. Secção de Protecção Integrada/Departamento de Protecção de Plantas e Fitopatologia – Instituto Superior de Agronomia/Universidade Técnica de Lisboa. Tapada da Ajuda. 1349-017 Lisboa. Portugal. smpduarte@gmail.com

C. I. GONÇALVES, A. MEXIA, F. AMARO. Estação Agronómica Nacional/Instituto Nacional de Investigação Agrária e das Pescas. Quinta do Marquês. Av. da República. Nova Oeiras. 2784-505 Oeiras. Portugal.

J. A. QUARTAU. Centro de Biologia Ambiental/Departamento de Biologia Animal. Faculdade de Ciências. Universidade de Lisboa. C2. Campo Grande. 1749 - 016 Lisboa. Portugal.

**Key words:** *Telenomus* sp., egg parasitism, laboratory rearing, hosts.

### INTRODUCTION

Quality standards imposed by international markets have tended to limit pesticide use dramatically.

Tomato crops are grown worldwide, both outdoors and under glasshouse conditions, either for fresh market consumption or for processing. Portugal is the 8th world producer and the 5th in Europe of processing tomatoes.

Some noctuid species are known to be key, occasional or potential pests in tomato processing agroecosystem. The larvae attack the host plant (fruit, leaves or roots, depending on the noctuid species). In processing tomato fields, the larvae are one of the main pests, and are responsible for the application of pesticides. It is therefore crucial to investigate alternative control measures to minimize pest attacks, namely throughout biological control.

The tomato fruitworm, *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera, Noctuidae) is considered to be a key pest of processing tomato agroecosystem, because it severely attacks the fruits (ARAÚJO, 1990; HOFFMAN *et al.*, 1991). *H. armigera* is naturally limited by a group of hymenopteran parasitoids, namely by species of the genus *Telenomus* Haliday (Hymenoptera, Scelionidae) (FIGUEIREDO *et al.*, 2003, DUARTE *et al.*, 2005).

This genus has about 500 described species, all egg parasitoids which attack mostly Lepidoptera and Hemiptera, but also Diptera and Neuroptera, thus being quite important in the regulation of pest populations (POLASZEK & KIMANI, 1990; POLASZEK *et al.*, 1993).

The potential of *Telenomus* sp. as a biological control agent has encouraged attempts for their mass rearing for later releases in both agrarian fields and forests (BUSTILLO & DROOZ, 1977; ORR, 1988; CAVE, 2000). In Portuguese processing tomato fields, the parasitoid *Telenomus* sp. was found to be the most precocious and time synchronized with the first *H. armigera* eggs. This parasitoid has an accurate sense for host egg detection in the field (ARAÚJO, 1990). Field observations showed that the natural parasitism rate on noctuids of *Telenomus* and *Trichogramma* Westwood (Hymenoptera, Trichogrammatidae) are variable among the years (ARAÚJO, 1990; GONÇALVES *et al.*, 2005b; GONÇALVES *et al.*, 2006).

The identification of *Telenomus* species occurring in Portugal is not completed yet, but there are indications that exists one species, *Telenomus laeviceps* Foerster (Polaszek & Figueiredo, *personal communication*).

Male genitalia slides are under preparation to be identified by specialists.

In this study, the research targets were: check the viability of rearing *Telenomus* under laboratory conditions, as well as at finding out which is the most adequate host and at evaluating the biological characteristics of the reared parasitoids.

## MATERIAL AND METHODS

Both the *Telenomus* parasitoid and the noctuid hosts were collected as eggs in processing tomato fields, in the Ribatejo region, in central Portugal, from May to September 2004. Eggs of *Ephesttia kuehniella* (Lepidoptera, Pyralidae) were obtained from a laboratory reared strain (GONÇALVES *et al.*, 2005a).

*Telenomus* specimens were investigated for host range suitability. Lepidopteran hosts used were the pyralid *E. kuehniella* and the noctuids *Autographa gamma*, *Chrysodeixis chalcites*, *Helicoverpa armigera*, *Peridroma saucia* and *Thysanoplusia orichalcea*. The noctuids were reared in the laboratory at 25±1°C, 65±10% RH, 12:12 (L:D), on an artificial diet based on corn (POITOUT & BUES, 1974).

The eggs used in the assays were less than 48 hours old. Eggs were laid on paper stripes and small paper pieces were cut off, without direct egg handling, since the eggs can be easily damaged. A minimum of twenty replicates per host species was established, which was not possible to reach for all host species and all parameters.

The assays were conducted at room temperature, from mid September to late November 2004. Upon emergence, male and female specimens of *Telenomus* were placed in glass vials, covered with cotton, along with a honey solution (80% in water), as recommended by some authors (GERLING, 1972; GERLING & SCHWARTZ, 1974; STRAND & VINSON, 1983; AGBOKA *et al.*, 2002). Host eggs were placed in rectangular paper cards following the method of CRUZ (2000). Each egg card was identified regarding the host species, date of exposure to parasitoids and number of available host eggs. Eggs were

replaced depending on egg availability resulting from lepidoptera laboratory rearing. The parameters used for testing host suitability were: total parasitism rate, parasitism rate per female, sex-ratio, female and male longevity, development time, rate of larvae emergence, rate of unviable eggs (eggs parasitized, *i. e.*, with darkened chorion, but from which no parasitoid emerged) and rate of collapsed eggs (eggs that collapsed before parasitoid or larvae emergence). The results are shown in percentages (except for longevity and development time, which are expressed in days) because different numbers of eggs were used for each replicate.

Correlation tables were built, using the non-parametric Kendall's concordance coefficient, appropriate for measuring the degree of association between more than two variables. The biological parameters of laboratory rearing were tested using Kruskal-Wallis non-parametric tests. The significance level was 5% for all analyses. Tests were performed in STATISTICA 6.0. and tables were produced in MICROSOFT EXCEL XP.

## RESULTS

*E. kuehniella* eggs were rejected by *Teleonomus*. Three species from those tested as hosts adapted well to laboratory rearing,

namely *H. armigera*, *C. chalcites* and, to a somewhat lower extent, *A. gamma*. The remaining noctuids tested, *P. saucia* and *T. orichalcea*, did not adjust to laboratory rearing, probably because of the low quality of the eggs, possibly caused by non-optimal temperature and/or relative humidity rearing conditions (temperature, humidity and photoperiod). Rejection by the parasitoids was not a major cause for non suitability of these hosts. Results achieved for the three noctuids well adapted to laboratory rearing are summarized in Table 1.

The highest parasitism rate, both total and per female, were found in *C. chalcites*, together with the lowest larvae emergence rate. *C. chalcites* presented, as well, the highest sex ratio. The highest rate of collapsed eggs was observed for *A. gamma* and the highest rate of larvae emergence for *H. armigera*.

To measure the degree of association between parameters a correlation matrix was built (Table 2). As expected, the number of eggs available for parasitoids was positively correlated with the rate of larvae emergence. For a higher number of eggs, the probability of them having different ages is higher. Under laboratory rearing conditions different generations overlap, and the generations were positively correlated with development time. Female age was positively correlated with development time too.

Table 1. Total parasitism rate (%), parasitism rate per female (%), sex ratio (%), female longevity (days), male longevity (days), development time (days), larvae emergence rate (%), unviable eggs rate (%), collapsed eggs rate (%).

|                            | <i>A. gamma</i> | n  | <i>C. chalcites</i> | n  | <i>H. armigera</i> | n  |
|----------------------------|-----------------|----|---------------------|----|--------------------|----|
| Total parasitism rate      | 30.5±37.0 a     | 26 | 67.5±34.4 b         | 48 | 41.1±37.7 a        | 47 |
| Parasitism rate per female | 20.9±30.7 a     | 26 | 33.3±31.6 bc        | 48 | 24.8±32.1 ac       | 47 |
| Sex-ratio                  | 59.5±41.7 a     | 13 | 62.3±29.3 bc        | 42 | 53.8±35.9 ac       | 30 |
| Female longevity           | 43.1±19.5 a     | 4  | 31.6±21.1 a         | 17 | 35.1±22.0 a        | 13 |
| Male longevity             | 37.1±20.2 a     | 7  | 30.0±19.4 a         | 15 | 29.1±17.9 b        | 14 |
| Development time           | 19.6±10.3 a     | 14 | 20.6±7.6 b          | 43 | 21.2±10.7 ab       | 31 |
| Larvae emergence rate      | 0.7±2.6 a       | 26 | 0.6±7.9 a           | 48 | 19.5±27.2 b        | 47 |
| Unviable eggs rate         | 8.0±4.7 a       | 26 | 5.0±8.0 a           | 48 | 4.0±7.2 a          | 47 |
| Collapsed eggs rate        | 57.2±43.7 a     | 26 | 22.7±34.5 b         | 48 | 19.8±26.9 b        | 47 |

Values followed by different letters are significantly different (Kruskal-Wallis tests;  $p < 0.05$ ).

Table 2. Multiple correlation table with Kendall's concordance coefficient, obtained for the data of laboratory rearing of *Telenomus* with different hosts. \*

|   | Valid N | Kendall  | Z        | P-level        |
|---|---------|----------|----------|----------------|
| Assays vs. parasitism rate                        | 32      | 0,07575  | 0,60929  | 0,54233        |
| Assays vs. sex ratio                              | 32      | -0,03965 | -0,31890 | 0,74980        |
| Assays vs. development time                       | 32      | 0,06007  | 0,48319  | 0,62896        |
| Assays vs. larvae emergence rate                  | 31      | 0,15158  | 1,19797  | 0,23093        |
| Assays vs. collapsed eggs rate                    | 31      | 0,01898  | 0,15002  | 0,88075        |
| Assays vs. unviable eggs rate                     | 31      | 0,11132  | 0,87977  | 0,37899        |
| Assays vs. female longevity                       | 17      | -0,04584 | -0,25678 | 0,79735        |
| Assays vs. male longevity                         | 21      | -0,18191 | -1,15356 | 0,24868        |
| Assays vs. parasitism rate per female             | 32      | 0,05516  | 0,44370  | 0,65726        |
| Number of eggs vs. parasitism rate                | 111     | 0,07186  | 1,11800  | 0,26357        |
| Number of eggs vs. sex ratio                      | 111     | 0,07414  | 1,15353  | 0,24869        |
| Number of eggs vs. development time               | 111     | 0,05228  | 0,81333  | 0,41603        |
| Number of eggs vs. larvae emergence rate          | 110     | 0,24419  | 3,78135  | <b>0,00016</b> |
| Number of eggs vs. collapsed eggs rate            | 110     | -0,09700 | -1,50147 | 0,13324        |
| Number of eggs vs. unviable eggs rate             | 110     | -0,04608 | -0,71364 | 0,47545        |
| Number of eggs vs. female longevity               | 65      | 0,16431  | 1,93484  | 0,05301        |
| Number of eggs vs. male longevity                 | 68      | 0,11647  | 1,40439  | 0,16020        |
| Number of eggs vs. parasitism rate per female     | 111     | 0,10440  | 1,62407  | 0,10436        |
| Parental sex ratio vs. parasitism rate            | 111     | -0,07840 | -1,21967 | 0,22259        |
| Parental sex ratio vs. sex ratio                  | 111     | -0,08797 | -1,36863 | 0,17111        |
| Parental sex ratio vs. development time           | 111     | 0,04282  | 0,66627  | 0,50524        |
| Parental sex ratio vs. larvae emergence rate      | 110     | -0,00554 | -0,08576 | 0,93166        |
| Parental sex ratio vs. collapsed eggs rate        | 110     | 0,08489  | 1,31452  | 0,18867        |
| Parental sex ratio vs. unviable eggs rate         | 110     | 0,08874  | 1,37426  | 0,16936        |
| Parental sex ratio vs. female longevity           | 65      | -0,16311 | -1,92068 | 0,05477        |
| Parental sex ratio vs. male longevity             | 68      | -0,12062 | -1,45453 | 0,14580        |
| Parental sex ratio vs. parasitism rate per female | 111     | -0,07344 | -1,14262 | 0,25320        |
| Generation vs. parasitism rate                    | 111     | 0,10493  | 1,63253  | 0,10257        |
| Generation vs. sex ratio                          | 111     | 0,16002  | 2,48953  | <b>0,01279</b> |
| Generation vs. development time                   | 111     | 0,30498  | 4,74482  | <b>0,00000</b> |
| Generation vs. larvae emergence rate              | 110     | 0,07769  | 1,20303  | 0,22897        |
| Generation vs. collapsed eggs rate                | 110     | -0,07873 | -1,21916 | 0,22278        |
| Generation vs. unviable eggs rate                 | 110     | 0,10348  | 1,60246  | 0,10905        |
| Generation vs. female longevity                   | 65      | 0,04511  | 0,53118  | 0,59529        |
| Generation vs. male longevity                     | 68      | 0,03484  | 0,42007  | 0,67443        |
| Generation vs. parasitism rate per female         | 111     | -0,11455 | -1,78213 | 0,07473        |
| Female age vs. parasitism rate                    | 110     | 0,06384  | 0,98866  | 0,32283        |
| Female age vs. sex ratio                          | 110     | 0,04916  | 0,76119  | 0,44654        |
| Female age vs. development time                   | 110     | 0,24124  | 3,73564  | <b>0,00019</b> |
| Female age vs. collapsed eggs rate                | 110     | 0,01904  | 0,29487  | 0,76810        |
| Female age vs. unviable eggs rate                 | 110     | 0,10990  | 1,70187  | 0,08878        |
| Female age vs. female longevity                   | 65      | -0,10667 | -1,25609 | 0,20908        |
| Female age vs. male longevity                     | 68      | -0,11270 | -1,3586  | 0,17427        |
| Female age vs. parasitism rate per female         | 110     | 0,05876  | 0,90999  | 0,36283        |

Table 2. Multiple correlation table with Kendall's concordance coefficient, obtained for the data of laboratory rearing of *Telenomus* with different hosts. \* (Cont.)

|  | Valid N | Kendall  | Z        | P-level        |
|--|---------|----------|----------|----------------|
| Female number vs. parasitism rate            | 111     | 0,14381  | 2,23733  | <b>0,02526</b> |
| Female number vs. sex ratio                  | 111     | 0,19817  | 3,08307  | <b>0,00205</b> |
| Female number vs. development time           | 111     | 0,23346  | 3,63218  | <b>0,00028</b> |
| Female number vs. larvae emergence rate      | 110     | -0,11476 | -1,77718 | 0,07554        |
| Female number vs. collapsed eggs rate        | 110     | -0,16056 | -2,48629 | <b>0,01291</b> |
| Female number vs. unviable eggs rate         | 110     | 0,16737  | 2,59175  | <b>0,00955</b> |
| Female number vs. female longevity           | 65      | 0,19526  | 2,29935  | <b>0,02148</b> |
| Female number vs. male longevity             | 68      | 0,19720  | 2,37793  | <b>0,01741</b> |
| Female number vs. parasitism rate per female | 111     | -0,23879 | -3,71514 | <b>0,00020</b> |
| Hosts vs. parasitism rate                    | 110     | 0,03600  | 0,55748  | 0,57720        |
| Hosts vs. sex ratio                          | 110     | -0,02218 | -0,34354 | 0,73119        |
| Hosts vs. development time                   | 110     | 0,08971  | 1,38913  | 0,16479        |
| Hosts vs. larvae emergence rate              | 109     | 0,45089  | 6,94940  | <b>0,00000</b> |
| Hosts vs. collapsed eggs rate                | 109     | -0,23744 | -3,65959 | <b>0,00025</b> |
| Hosts vs. unviable eggs rate                 | 109     | -0,04539 | -0,69950 | 0,48424        |
| Hosts vs. female longevity                   | 65      | 0,04964  | 0,58449  | 0,55889        |
| Hosts vs. male longevity                     | 68      | -0,02999 | -0,36158 | 0,71766        |
| Hosts vs. parasitism rate per female         | 110     | 0,02507  | 0,38818  | 0,69788        |

\*Values of correlation in bold are significantly different for  $p < 0,05$ .

Female number was positively correlated with parasitism rate, sex-ratio, development time, unviable egg rate and female and male longevity, whereas it was negatively correlated with parasitism rate per female and rate of collapsed eggs.

The host species was positively correlated with larvae emergence rate, and negatively correlated with collapsed eggs rate. More *H. armigera* larvae emerge, and *A. gamma* had a higher number of collapsed eggs. These correlations can be explained if it is assumed that the analysis attributed an increasing value to the species as follows: *A. gamma* - *C. chalcites* - *H. armigera*.

## DISCUSSION

*E. kuehniella* eggs are too small and were rejected by *Telenomus* females. Small eggs do not provide minimal resources for the development of these parasitoids; this was already reported for *Telenomus* which were offered other small hosts (*e. g.* FEDDE, 1977).

*H. armigera* had the highest larvae emergence rate. This could have hindered the performance, because the larvae are cannibalistic and may have eaten the surrounding eggs (possibly parasitized) after emergence. Cannibalism also creates difficulties for laboratory rearing. It is necessary to individualize each larvae, instead of rearing several larvae in "rearing boxes", which facilitates both cleaning and feeding of the larvae. This problem could be avoided by killing embryos within the eggs with U.V. radiation or freezing; however these techniques may decrease the eggs nutritional quality for the development of parasitoids.

*A. gamma* was not a good host for the laboratory rearing of *Telenomus* because of the high rate of collapsed eggs. Since these noctuids were not reared under optimal temperature and humidity conditions for their development, this fact may indicate that this noctuid has a low capacity of resisting changes in the environmental conditions at this stage of its life cycle. The parasitism rates

for this noctuid were the lowest. Although the results showed the highest longevity of both female and male parasitoids for this host, they can be bias caused by the low number of replicates for this parameter. *A. gamma* could be a good potential host for *Telenomus* laboratory rearing if, under different conditions of temperature and humidity, the rate of collapsed eggs decreased.

The most appropriated noctuid for *Telenomus* rearing seems to be *C. chalcites*. For this host the highest parasitism rates were obtained, both in total (which was significantly different from the others noctuids) and per female, high sex-ratios, low larvae emergence rates and low rates of both unviable and collapsed eggs.

The development time for *Telenomus*, from oviposition until adult emergence was about twenty days for all hosts. The longevity in adults was variable, with females living a little longer than males (respectively  $34.4 \pm 21.7$  and  $31.9 \pm 19.1$  days).

As far as the specimens of *Telenomus* continued to be reared for more generations under laboratory conditions, the sex-ratio increases, which may be desirable for their adaption for biological control purposes, and it is in accordance with the LMC (local mate competition) theory (HAMILTON, 1967; BAYRAM *et al.*, 2004). The genetic variability throughout generations may decrease, therefore crossing different *Telenomus* strains becomes important in order to maintain a good quality of the parasitoids reared. The identification of *Telenomus* present in the field trials were not fully confirmed to the species level yet, but it is assumed that only one species of this genus is present in this agroecosystem, acting as a noctuid parasitoid. It was observed that generation after generation the viability of parasitized eggs did not decrease. Another fact that supports this assumption is related to the haplodiploid mode of reproduction in *Telenomus*, where fertilized eggs originate females and unfertilized eggs originate males. If fertilization problems existed due to crossing incompatibility between different *Telenomus* species,

they would lead to a significant increase in the proportion of males. Our results, however, showed that the proportion of females increased with generations.

The development time did increase throughout the generations, which can be explained by the fact that the parasitoids were kept at room temperature until mid November (2nd and 3rd generations). Temperature seems to influence directly the hatching period of *Telenomus* (e.g. CHABY-OLAYE *et al.*, 1997; CHABY-OLAYE *et al.*, 2001).

The increase in unviable eggs rate with the increase in the number of females may be explained by superparasitism (VAN ALPHEN & VISSER, 1990; RABINOVICH *et al.*, 2000). This phenomenon may have occurred because of the limited number of available eggs and the impossibility for females to search for other egg resources. Since only one *Telenomus* specimen develops inside a noctuid egg, multiple ovipositions would lead to competition for the resources among the developing parasitoid larvae, and usually older larvae kill small ones. RABINOVICH *et al.* (2000) found that, in *Telenomus farijai* Lima, a gregarious egg endoparasitoid of heteropterans, larval mortality occurs when the number of larvae exceeded the resource capacity of the parasitized egg. Hence, mortality may occur if we accept that only one specimen of *Telenomus* could totally develop within a noctuid egg.

Some authors believe that superparasitism can be an adaptive strategy for insect parasitoids in some situations, increasing the probability of gaining offspring from hosts (VAN ALPHEN & VISSER, 1990). For example, for solitary parasitoids, such as *Telenomus*, VAN ALPHEN & VISSER (1990) did observe that laying more than one egg in a host could be advantageous when the risk that a conspecific parasitoid searching for the same resource is high, because the progeny has a higher chance of surviving. Another situation where superparasitism is beneficial occurs when the host is able to encapsulate parasitoid eggs. Hosts hemocytes can form a multice-

llular capsule enveloping and killing the parasitoid egg. In hosts where evasion of encapsulation is impossible, multioviposition in a parasitoid host may be adaptive when encapsulation of the first egg laid in the host has exhausted the hemocyte supply of the host (VAN ALPHEN & VISSER, 1990).

One important characteristic for a good performance by a natural enemy is the synchronization between its field activity and the life cycle of the host pest. In processing tomato, the two major groups of egg parasitoids belong either to the genus *Telenomus*, which have been reported as parasitoids attacking *H. armigera* eggs earlier in the processing tomato growing season, or to the genus *Trichogramma* spp., which appear later. While *Telenomus* are solitary parasitoids, trichograms are gregarious, which results in the production of multiple progeny from one parasitized noctuid egg. Species of the genus *Trichogramma* have a higher increase rate in their population levels, but have a shorter life span when compared with *Telenomus*, both in field and in laboratory (ARAÚJO, 1990; *personal observation*). *Telenomus* have other characteristics that increase its potential as biological control agents, like other parasitoids reared for biological control purposes, such as simplicity of the diet when adults (honey solution), absence of known hyperparasitoids, reduced size which implies little space necessary for rearing and ability to use alternative hosts, like demonstrated in this study. It is known that the characteristics of the tomato plant itself may interfere with egg parasitism rates, as pointed out by KENNEDY (2003) since the glandular trichomes present in the tomato plants may work as traps for the egg parasitoids, particularly the smaller ones, while the

larger species, as *Telenomus*, are less vulnerable to these plant defences.

All these characteristics indicate that the *Telenomus* parasitoids have great potential as biological control agents (ORR, 1988).

## CONCLUSIONS

This study demonstrates that it is possible to rear specimens of the genus *Telenomus* under laboratory conditions, using noctuids captured in processing tomato fields as hosts. Our results demonstrated that *C. chalcites* was the most adequate host based both on studied parameters and on the easy handling of the host in the laboratory rearing.

The parasitism capacity of *Telenomus* and its previous use by some researchers in biological control programmes are indicators of its great potential for pest control. The release of mass reared *Telenomus* in processing tomato fields might be a quite useful procedure to be followed in the future. This will be possible throughout the development and improvement of mass rearing techniques, the investigation of the *Telenomus*' ability to parasitize other host eggs and a better taxonomical knowledge of the species present in a specific ecosystem.

## ACKNOWLEDGEMENTS

This study was supported by the national Project AGRO 189 "Integrated Pest Management in Processing Tomatoes". We wish to thank Prof. Pedro Duarte Rodrigues for his support in the statistical analyses, to the field technicians for their support and to the farmers of the monitored fields for their participation.

## RESUMEN

DUARTE S., C. I. GONÇALVES, E. FIGUEIREDO, J. A. QUARTAU, A. MEXIA, F. AMARO. 2006. Viabilidad de cría de *Telenomus* sp. (Hymenoptera, Scelionidae), un parásito de huevos de *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera, Noctuidae), bajo condiciones de laboratorio. *Bol. San. Veg. Plagas*, 32: 513-521.

El género *Telenomus* Haliday es compuesto por himenópteros parásitos del huevo que atacan huéspedes de insectos de los órdenes Lepidoptera y Hemiptera, principalmente.

En Portugal, en campos de tomate de industria, la presencia de *Telenomus* sp. es casi coincidente con los primeros huevos del oruga del tomate.

Desde mayo hasta septiembre de 2004, seis campos de tomate de industria en la región de Ribatejo (Portugal central) fueron monitorizados semanalmente, 50 plantas fueron observadas por campo y los huevos de la oruga del tomate fueron recogidos.

Los objetivos establecidos eran: verificar la posibilidad de cría de los parásitos de *Telenomus* sp. bajo condiciones de laboratorio investigando qué huésped era más adecuado y evaluando las características biológicas de los parásitos creados.

Los especímenes de *Telenomus* sp. fueron estudiados con respecto su capacidad de parasitar la gama de huéspedes: *Autographa gamma* (Linnaeus), *Chrysodeixis chalcites* (Esper), *Helicoverpa armigera* (Hübner), *Peridroma saucia* (Hübner) and *Thysanoplusia orichalcea* (Fabricius), y el pirálideo *Ephestia kuehniella* Zeller.

El cría de *Telenomus* era posible bajo condiciones de laboratorio, en 25±1°C, 65±10% HR y 12:12 (L:D). El tiempo de desarrollo, desde la oviposición a la eclosión, era de cerca de 20 días.

Durante la cría en laboratorio, algunos factores indicaron una existencia posible de situaciones de superparasitismo. Por otra parte, el número de hembras que emergieron aumentó a través de las generaciones.

*C. chalcites* demostró ser el huésped más apropiado, con la tasa más alta de parasitismo, junto con el índice más bajo de la eclosión de larvas y huevos colapsados. *A. gamma* demostró un alto índice de huevos colapsados, mientras que *H. armigera* demostró una tasa baja de parasitismo. Finalmente, los huevos de *E. kuehniella* fueron rechazados debido a su tamaño pequeño.

**Palabras clave:** *Telenomus* sp., parásitos de huevos, cría en laboratorio, huéspedes.

## REFERENCES

- AGBOKA, K., SCHULTESS, F., CHABY-OLAYE, A., LABO, I., GOUNOU, S. & SMITH, H. 2002. Self-, intra-, and interspecific host discrimination in *Telenomus busseolae* Gahan and *T. isis* Polaszek (Hymenoptera: Scelionidae), sympatric egg parasitoids of the African cereal stem borer *Sesamia calamistis* Hampson (Lepidoptera: Noctuidae). *J. Insect Behav.*, **15** (1): 1-12
- ARAÚJO, A.C.M. 1990. Luta biológica contra *Heliothis armigera* no ecossistema agrícola "tomate para indústria" – Interações cultura – fitófagos – antagonistas. Dissertação para obtenção do Grau de Doutor em Entomologia, Universidade de Évora, Évora, Portugal. 380 pp
- BAYRAM, A., SALERNO, G., CONTI, E., WAINBERG, E., BIN, F. & KORNOSOR, S. 2004. Sex allocation in *Telenomus busseolae*, a solitary parasitoid of concealed eggs: the influence of host patch size. *Entomol. Exp. Appl.*, **111**: 141-149
- BUSTILLO, A.E. & DROOZ, A.T. 1977. Cooperative establishment of a Virginia (USA) strain of *Telenomus alsophilae* on *Oxydia trychiata* in Colombia. *J. Econ. Entomol.*, **70** (6): 767-770
- CAVE, R.D. 2000. Biology, ecology and use in pest management of *Telenomus remus*. *Biocontrol*, **21** (1): 21N-26N
- CHABY-OLAYE, A., SHULTESS, F., SHANOVER, T.G. & BOSQUE-PÉREZ 1997. Factors influencing the developmental rates and reproductive potentials of *Telenomus busseolae* (Gahan) (Hym.: Scelionidae), an egg parasitoid of *Sesamia calamistis* Hampson (Lep.: Noctuidae). *Biol. Control*, **8**: 15-21
- CHABY-OLAYE, A., SHULTESS, F., POEHLING, H.M. & BORGEMEISTER, C. 2001. Factors affecting the biology of *Telenomus isis* (Polaszek) (Hymenoptera: Scelionidae), an egg parasitoid of cereal stem borers in West Africa. *Biol. Control*, **21**: 44-54
- CRUZ, I. 2000. Métodos de criação de agentes entomófagos de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith). In: BUENO, V.P.H. (ed.) *Controle biológico de pragas: produção massal e controle de qualidade*. Universidade Federal de Lavras, Lavras, Brazil: 111-103
- DUARTE, S., GONÇALVES, C., FIGUEIREDO, E., GODINHO, M.C., MEXIA, A. & AMARO, F. 2005. Índices de biodiversidade em campos de tomate de indústria sujeitos a diferentes estratégias de protecção. *Livro de actas do VII Encontro Nacional de Protecção Integrada*, Coimbra: 93
- FEDDE, G.F. 1977. A laboratory study of egg parasitization capabilities of *Telenomus alsophilae*. *Environ. Entomol.*, **6** (6): 773-776
- FIGUEIREDO E., ALBANO, S., SALVADO, E., GODINHO, M.C., GONÇALVES, C., QUEIRÓS, M.R., AMARO, F. & MEXIA, A. 2003. Complexo de parasitóides noctuídeos (Lepidoptera: Noctuidae) em tomate de indústria. *Livro de Actas do III Congresso Nacional de Entomologia Aplicada*, 330
- GERLING, D. 1972. The developmental biology of *Telenomus remus* Nixon (Hym.: Scelionidae). *Bull. Entomol. Res.*, **61**: 385-388
- GERLING, D. & SCHWARTZ, A. 1974. Host selection by *Telenomus remus* a parasite of *Spodoptera littoralis* eggs. *Entomol. Exp. Appl.* **17**: 391-296
- GONÇALVES, C.I., HUIGENS, M.E., VERBAARSCHOT, P., DUARTE, S., MEXIA, A. & TAVARES, J. 2006. Natural

- occurrence of *Wolbachia*-infected and uninfected *Trichogramma* species in tomato fields in Portugal. *Bio. Control*, **37**: 375-381
- GONÇALVES, C.I., AMARO, F., FIGUEIREDO, E., GODINHO, M.C. & MEXIA, A. 2005a. Productivity and quality aspects concerning the laboratory rearing of *Trichogramma* spp. (Hym.: Trichogrammatidae) and its factitious host, *Ephestia kuehniella* Zeller (Lep.: Pyralidae). *Bol. San. Veg. Plagas*, **31**:21-25
- GONÇALVES, C.I., FIGUEIREDO, E., ALBANO, S., SALVADO, E., QUEIRÓS, M.R., GODINHO, M.C., AMARO, F., & MEXIA, A. 2005b. Limitação natural de lepidópteros por parasitóides oófagos em tomate de indústria. *Actas Portuguesas de Horticultura*, **7**: 82-87
- HAMILTON, W. D. 1967. Extraordinary sex ratios. *Science*, **156**: 477-488
- HOFFMAN, M.P., LLOYD, T.W., ZALOM, F.G. & HILTON, R.J. 1991. Dynamic sequential sampling plan for *Helicoverpa zea* (Lepidoptera: Noctuidae) eggs in processing tomatoes: parasitism and temporal patterns. *Environ.Entomol.*, **19** (3): 753-763
- KENNEDY, G.G. 2003. Tomato, pests, parasitoids, and predators: tritrophic interactions involving the genus *Lycopersicon*. *Ann. Rev. Entomol.*, **48**: 51-72
- ORR, D.B. 1988. Scelionidae wasps as biological control agents: a review. *Florida Ent.*, **71**(4): 506-520
- POITOUT, S. & BUES, R. 1974. Élevage des chenilles de vingt-huit espèces de Lépidoptères Noctuidae et de deux espèces d'Arctidae sur milieu artificiel simple. *Ann. Zool. Ecol. Animale*, **6**: 431-441
- POLASZEK, A. & KIMANI, S.W. 1990. *Telenomus* species (Hymenoptera: Scelionidae) attacking eggs of pyralid pests (Lepidoptera) in Africa: a review and guide to identification. *Bull. Entomol. Res.*, **80**: 57-71
- POLASZEK, A., UBEKU, J.A. & BOSQUE-PEREZ, N.A. 1993. Taxonomy of the *Telenomus busseolae* species-complex (Hymenoptera: Scelionidae) egg parasitoids of cereal stem borers (Lepidoptera: Noctuidae, Pyralidae). *Bull. Entomol. Res.*, **83**: 221-226
- RABINOVICH, J.E., JORDÁ, M.T. & BERNSTEIN, C. 2000. Local mate competition and precise sex ratios in *Telenomus fariai* (Hymenoptera: Scelionidae), a parasitoid of triatomine eggs. *Behav. Ecol. Sociobiol.*, **48**: 308-315
- STRAND, M.R. & VINSON, S.B. 1983. Host acceptance behavior of *Telenomus heliothidis* (Hymenoptera: Scelionidae) towards *Heliothis virescens* (Lepidoptera: Noctuidae). *Ann. Entomol. Soc. Am.*, **76**: 781-785
- VAN ALPHEN, J.J.M. & VISSER, M.E. 1990. Superparasitism as an adaptive strategy for insect parasitoids. *Ann. Rev. Entomol.*, **35**: 59-79

(Recepción: 6 abril 2006)

(Aceptación: 5 julio 2006)



## Colonización, comportamiento alimenticio y producción de daños en las arañas rojas *Tetranychus urticae* y *T. turkestanii* (Acari, Tetranychidae)

E. SOLER-SALCEDO, E. RODRIGO, F. FERRAGUT

En los cultivos hortícolas españoles se encuentran cuatro especies de arañas rojas que son similares externamente y muy difíciles de distinguir en campo: *Tetranychus urticae* Koch, *T. turkestanii* Ugarov y Nikolski, *T. ludeni* Zacher y *T. evansi* Baker y Pritchard. En este trabajo se han abordado algunos aspectos de la biología y comportamiento de *T. urticae* y *T. turkestanii* que pueden contribuir a su diagnóstico en campo: a) el comportamiento de colonización y su distribución en las hojas y b) la producción de daños y manifestación de síntomas ocasionados en plantas de judía. Estos parámetros se han estudiado en función del tiempo y de la densidad de ácaros en las hojas. Los resultados obtenidos indican que la capacidad de crecimiento, distribución en las hojas y síntomas producidos por *T. urticae* y *T. turkestanii* en judía son diferentes. Veinte hembras de *T. urticae* producen en seis días más descendientes (791) que el mismo número de *T. turkestanii* (532 descendientes). La distribución en las hojas es, también, distinta. Entre el 70 y el 80% de *T. urticae* se encuentran en el envés en cualquier momento del ensayo; sin embargo, entre el 60 y el 80% de *T. turkestanii* prefiere permanecer en el haz de las hojas. En *T. urticae* las colonias se van formando en cualquier lugar de la superficie foliar, sin mostrar ninguna preferencia. En cambio, las hembras de *T. turkestanii* inician las colonias preferentemente junto al nervio central o alguno de los nervios secundarios, dando lugar a síntomas claramente diferentes en las dos especies. Además, las picaduras de *T. turkestanii* provocan deformaciones en los márgenes de las hojas, que no se observan en *T. urticae*. La aparición de la deformación se manifiesta antes de que la hoja termine de desarrollarse y es independiente del número de ácaros que están alimentándose.

E. SOLER-SALCEDO, E. RODRIGO, F. FERRAGUT. Instituto Agroforestal Mediterráneo. Universidad Politécnica de Valencia. Camino de Vera, 14. 46022 Valencia, España. E-mail: fjferrag@eaf.upv.es.

**Palabras clave:** *Tetranychus urticae*, *Tetranychus turkestanii*, diagnóstico, comportamiento alimenticio, síntomas, cultivos hortícolas.

### INTRODUCCIÓN

Los tetraníquidos (Acari: Tetranychidae) son el grupo de ácaros fitófagos más importantes en la agricultura, ya que muchas especies son plagas en los principales cultivos. Estos ácaros se alimentan de las células de la epidermis y el parénquima de los tejidos verdes y se caracterizan por su tendencia a agruparse en colonias cubiertas de seda y espe-

cialmente por la extremada polifagia de algunas de sus especies, que se desarrollan de forma óptima sobre un elevado número de especies vegetales. En los cultivos hortícolas españoles, al aire libre y en invernaderos, se encuentran cuatro especies del género *Tetranychus*: *Tetranychus urticae* Koch, *T. turkestanii* Ugarov y Nikolski, *T. ludeni* Zacher y *T. evansi* Baker y Pritchard, conocidas popularmente como “arañas rojas”, que

presentan una gran similitud morfológica y son muy difíciles de distinguir en campo (FERRAGUT y SANTONJA, 1989; ESCUDERO y FERRAGUT, 1998).

Desde el punto de vista de su seguimiento y control, la existencia de un grupo de especies que no pueden distinguirse con facilidad en el campo representa un problema técnico considerable. En estos momentos, una vez conocida la existencia de un foco de "araña roja" el técnico o el agricultor utiliza las medidas de control que estima adecuadas sin realizar un diagnóstico previo de la especie causante de los daños. Sin embargo, a pesar de su similitud externa, estas especies son genéticamente diferentes y puede ser distinta, también, la eficacia de los métodos de control elegidos. Hasta el momento no se conoce con detalle la eficacia de los acaricidas sobre cada una de ellas, pero seguramente un mejor conocimiento permitiría seleccionar el producto más adecuado en cada situación. En cualquier caso, obtener la información necesaria para distinguir estas especies en el campo aplicando unos criterios sencillos y fiables serviría para dotar al técnico de una herramienta que mejoraría a corto plazo el manejo de las poblaciones de arañas rojas.

Este trabajo se ha planteado para estudiar las características y comportamiento de las principales especies con el fin de aportar datos que permitan su diagnóstico en vivo en parcelas comerciales de cultivos hortícolas. Para ello el estudio se ha centrado en dos aspectos, la distribución espacial de los ácaros tras el proceso de colonización de las hojas y el síntoma que producen en las plantas a consecuencia de la alimentación. Teniendo en cuenta que el comportamiento de los ácaros y los síntomas que producen pueden variar según las plantas, se ha elegido para este estudio la judía, sobre la que se realizará un estudio comparativo en laboratorio de las dos especies de arañas rojas más importantes y que además son similares externamente: *T. urticae* y *T. turkestanii*.

## MATERIAL Y MÉTODOS

La cría de *T. urticae* y *T. turkestanii* se realizó sobre plantas de judía sembradas en bandejas de plástico, utilizando como sustrato turba para semillero. Las bandejas se mantuvieron en cámaras de cría separadas para cada especie, a  $25 \pm 1^\circ\text{C}$ , 60-80% H.R. y un fotoperiodo de 16 horas de luz al día.

La comparación del comportamiento alimenticio, distribución espacial de los individuos, daños y síntomas en las hojas se realizó utilizando tres niveles de densidad de hembras por hoja, a fin de conocer la influencia de la densidad poblacional en los parámetros estudiados. Una vez las plantas alcanzaban el cuarto nivel de hojas, se procedía a colocar sobre ellas unos discos de hoja de judía de 2 cm. de diámetro con diferentes niveles de densidad de ácaros. Se eligieron tres niveles con 5, 10 y 20 teleocrisalis y un macho por disco. La teleocrisalis es el estado de desarrollo anterior a la hembra adulta, por lo que la elección de estas formas tenía como resultado obtener un grupo de hembras de la misma edad sobre las que realizar los ensayos. Unas 24 horas más tarde las teleocrisalis alcanzaban el estado adulto y los machos procedían a su fecundación. Transcurrido este periodo se colocaron los discos de hoja sobre uno de los folíolos de la planta. Se escogió el segundo piso de hojas y de los 3 folíolos se procedió a la eliminación del central para evitar el paso de los ácaros de unos folíolos a otros. El folíolo de la izquierda sirvió de testigo y en el de la derecha se dejaba el disco de hoja para que las arañas rojas pudieran colonizarlo. El pedúnculo del folíolo se aislaba con *Tanglefoot*®, un pegamento que no se seca en contacto con el aire y que evita la huida de los ácaros por la planta.

La duración de los ensayos fue de 6 días a partir del momento en que se dejaban los discos de hoja. Las observaciones se realizaron, con la ayuda de un cuentahilos de 10X, los días 1, 3 y 6 a partir de la liberación de los ácaros. Se hicieron 10 repeticiones por cada nivel o densidad de ácaros depositados y para

cada una de las especies estudiada. En cada conteo se procedió a evaluar los siguientes parámetros: el número de individuos, su situación en el haz o en el envés del foliolo y el crecimiento de la población a lo largo del ensayo, contabilizando los huevos, inmaduros y adultos que habían en cada hoja. En este estudio se ha estimado, también, la variación del índice de daños en hojas en función del tiempo y su relación con la densidad poblacional. En cada observación se anotaba este índice de daño en hojas (IDH), dando un valor en función de la superficie de hoja afectada por los ácaros. Los criterios utilizados se resumen en el Cuadro 1 basados en los utilizadas por HUSSEY y PARR (1963) y NACHMAN y ZEMEK (2002).

Cuadro 1. Criterios utilizados para evaluar el índice de daños en hojas (IDH) en función de la superficie foliar afectada.

| INDICE DE DAÑO EN HOJAS | % DE SUPERFICIE DE HOJA AFECTADA |
|-------------------------|----------------------------------|
| 0                       | 0                                |
| 0,5                     | 1-10                             |
| 1                       | 11-20                            |
| 1,5                     | 21-30                            |
| 2                       | 31-40                            |
| 2,5                     | 41-50                            |
| 3                       | 51-60                            |
| 3,5                     | 61-70                            |
| 4                       | 71-80                            |
| 4,5                     | 81-90                            |
| 5                       | 91-100                           |

La tasa de crecimiento por individuo se ha calculado de forma aproximada mediante la ecuación propuesta por ODUM (1971):

$$r = \frac{1}{t} \left( \frac{X_t}{X_0} \right)$$

donde  $t$  es el tiempo en días y  $X_0$  y  $X_t$  el número de ácaros en el tiempo 0 o número inicial de individuos y el número de ácaros

en el tiempo  $t$  al final de la experiencia, respectivamente. Las unidades de este parámetro representan el número de descendientes que cada individuo produce por día a lo largo del ensayo y se expresa como días<sup>-1</sup>.

## RESULTADOS

### *Producción de descendientes en T. urticae y T. turkestanii.*

Seis días después de la colonización de las hojas, *T. urticae* produce más descendientes (formas móviles) que *T. turkestanii*, debido a su mayor fecundidad en las condiciones ensayadas (Cuadro 2). Apenas existen diferencias en la abundancia de las dos especies en los días 1 y 3, pero estas diferencias se manifiestan a los 6 días debido a la mayor producción de descendientes en *T. urticae*. En todos los niveles de hembras la tasa de crecimiento por individuo para *T. urticae* es claramente superior a la de *T. turkestanii* y los valores de dichas tasas de crecimiento son semejantes en todos los niveles poblacionales. Al introducir en la comparación el número de huevos producidos y considerar globalmente todos los estados de desarrollo, resulta que 5 hembras de *T. urticae* producen en los seis días 192 descendientes, 10 hembras 422 y 20 hembras 791 descendientes. *T. turkestanii*, es capaz de producir 185 descendientes en el caso de 5 hembras, 230 descendientes en el de 10 hembras y 532 descendientes en el de 20 hembras.

### *Distribución de los ácaros en las hojas*

Al inicio del ensayo las hembras se depositan en el haz, por lo que su posterior movimiento determinará su preferencia por alguna de las caras de la hoja. Al colonizar las hojas *T. urticae* prefiere ocupar el envés, y esta preferencia se manifiesta ya a las 24 horas, aumentando a medida que pasan los días, e independientemente de la densidad de hembras (Figura 1). Alrededor del 70 al 80% de los individuos se encuentran en el envés en cualquier momento del ensayo. Sin embargo, el comportamiento de *T. turkestanii* es claramente diferente, ya que en este caso

Cuadro 2. Número medio de formas móviles y tasa de crecimiento por individuo (días<sup>-1</sup>) de *T. urticae* y *T. turkestanii* en hojas de judía con diferentes niveles de densidad de hembras, a las 24 horas, 3 y 6 días de la liberación de los ácaros.

| <i>T. urticae</i>     |            |            |              |                  |
|-----------------------|------------|------------|--------------|------------------|
| Nº hembras            | Día 1      | Día 3      | Día 6        | Tasa crecimiento |
| 5                     | 4,5 ± 0,2  | 4,5 ± 0,2  | 54,3 ± 9,5   | 0,42             |
| 10                    | 9,5 ± 0,2  | 9,3 ± 0,2  | 112,7 ± 8,9  | 0,41             |
| 20                    | 17,3 ± 0,5 | 17,2 ± 0,5 | 200,7 ± 23,4 | 0,41             |
| <i>T. turkestanii</i> |            |            |              |                  |
| Nº hembras            | Día 1      | Día 3      | Día 6        | Tasa crecimiento |
| 5                     | 4,3 ± 0,2  | 4,2 ± 0,2  | 34,6 ± 6,3   | 0,35             |
| 10                    | 6,8 ± 0,6  | 6,3 ± 0,6  | 60,7 ± 9,6   | 0,36             |
| 20                    | 15,2 ± 1,1 | 13,7 ± 1,7 | 128,3 ± 12,8 | 0,36             |

la mayor parte de los individuos permanecen en el haz de las hojas, también independientemente del nivel de hembras en las hojas. Aproximadamente entre el 60% y 80% de los ácaros se sitúan en el haz, durante los 6 días.

#### **Cuantificación del daño producido por *T. urticae* y *T. turkestanii* en hojas de judía.**

El daño producido por las dos especies es visible ya a las 24 horas y aumenta progresivamente en los días siguientes, tanto en el haz como en el envés y en todos los niveles de densidad de hembras (Figura 2). En el haz la magnitud del daño es similar en las dos especies y se duplica desde el día 1 al día 6, alcanzando al final valores de IDH superiores a 2 en el caso de 20 hembras de *T. urticae* y *T. turkestanii*. En el envés el comportamiento es diferente, ya que aquí se manifiestan mejor las diferencias entre ambas especies. A las 24 horas del inicio del ensayo las hembras de *T. urticae* han producido un daño de una magnitud aproximadamente doble de los de *T. turkestanii*, mientras que a los seis días 20 hembras de *T. urticae* y su descendencia causan valores en el IDH superiores a 3, mientras que *T. turkestanii* no alcanza el valor de 2.

No se ha encontrado una correlación positiva en las condiciones del ensayo entre los daños visibles a simple vista (IDH) y la abundancia de ácaros, que de existir permiti-

ría obtener una estimación de la abundancia poblacional de una forma más rápida y sencilla, sin necesidad de contar el número de individuos en las hojas.

#### **Manifestación de los síntomas producidos por *T. urticae* y *T. turkestanii* en hojas de judía.**

Uno de los objetivos del trabajo era estudiar la aparición de síntomas en plantas de judía atacadas por *T. urticae* y *T. turkestanii* con el fin de encontrar posibles diferencias que permitan su diagnóstico por la manifestación de los daños que producen. Para ello se ha estudiado la distribución de los síntomas y de los ácaros en el haz de las hojas, teniendo en cuenta que ésta es la superficie de la hoja que generalmente se dirige hacia el observador que se acerca a una planta, y que al ser más visible es más cómoda su observación.

La Figura 3 muestra el avance de la colonización y la aparición de síntomas en hojas de judía con los tres niveles de hembras de *T. urticae* y *T. turkestanii*. Para las dos especies y en cualquiera de las densidades de hembras, el daño es ya evidente a las 24 horas. Posteriormente se va extendiendo a medida que los ácaros se van moviendo, aumentando en número y alimentando, de modo que la movilidad sobre las hojas y la preferencia por alguna de sus partes determinarán la aparición y ubicación de los síntomas en cada caso.

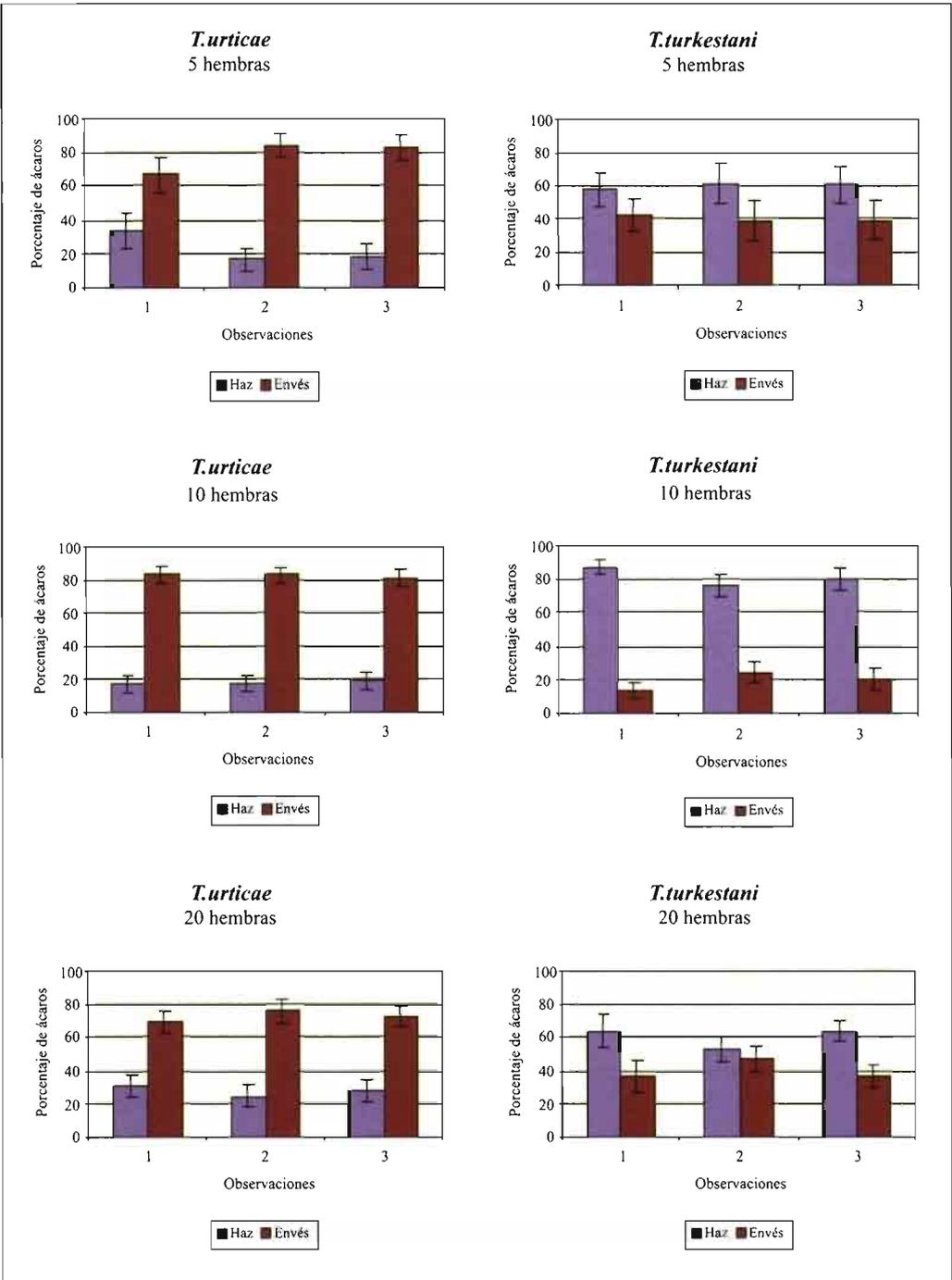


Figura 1. Preferencia de *T. urticae* y *T. turkestanii* por el haz y el envés de las hojas de judía a lo largo del ensayo y en función de la densidad de ácaros. Observaciones 1, 2 y 3 realizadas a las 24 horas, 3 días y 6 días de la suelta, respectivamente.

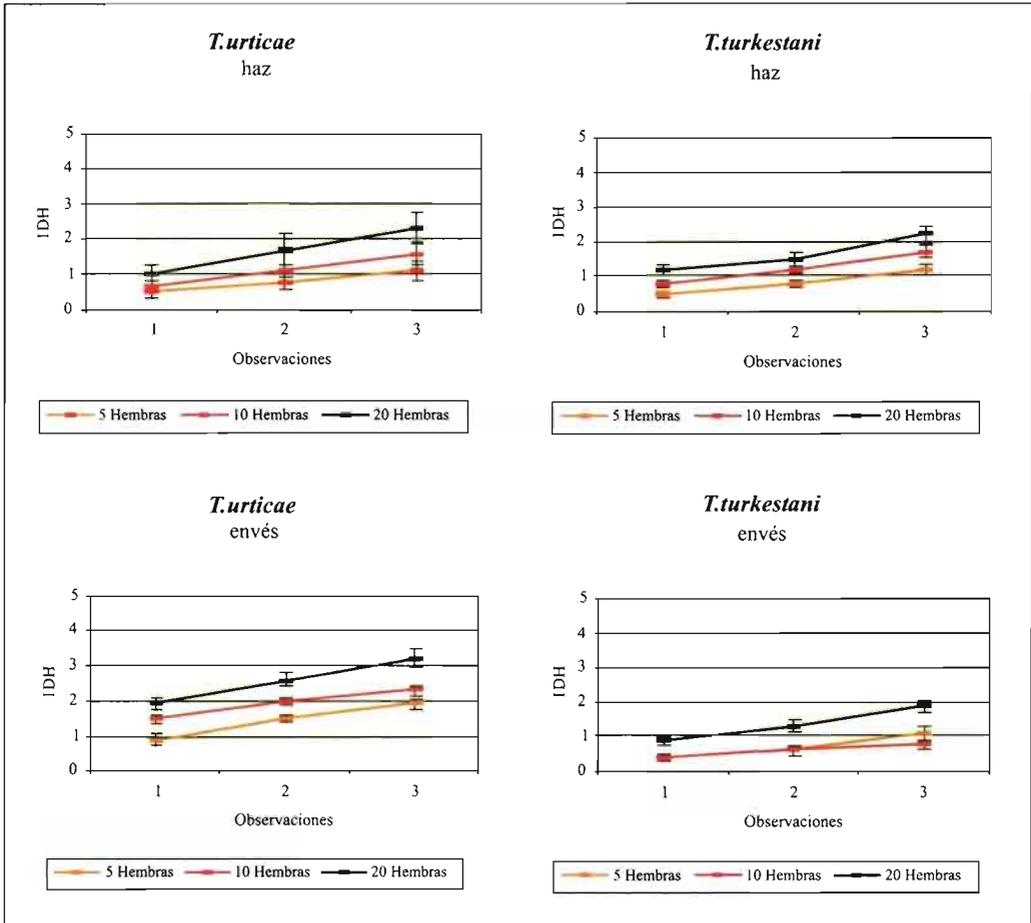


Figura 2. Evolución del índice de daño en el haz de las hojas (IDH) durante el ensayo, para las dos especies y los tres niveles de hembras estudiados.

El comportamiento de aprovechamiento de los recursos nutritivos que ofrecen las hojas es distinto en las dos arañas rojas. En *T. urticae* las colonias se van formando en cualquier lugar de la superficie foliar, sin mostrar aparentemente ninguna preferencia, como se puede observar en los tres niveles poblacionales. A partir de la colonización inicial la colonia va creciendo lateralmente y de forma aproximadamente regular, lo que significa que el movimiento de los ácaros se extiende por igual por todos los márgenes que han sido ocupados inicialmente (tercer día). A partir de ese momento el crecimiento

permite que algunas de las colonias que se encuentran cercanas se fusionen, ocupando un área mayor. Este comportamiento se observa en todos los ensayos realizados, independientemente de la densidad de hembras e inmaduros sobre las hojas.

En cambio, las hembras de *T. turkestanii* inician las colonias preferentemente junto al nervio central o alguno de los nervios secundarios, y este comportamiento también se ha observado en las tres densidades poblacionales. A partir de esta colonización inicial las colonias crecen, también, por los márgenes, progresando y fusionándose en el caso de

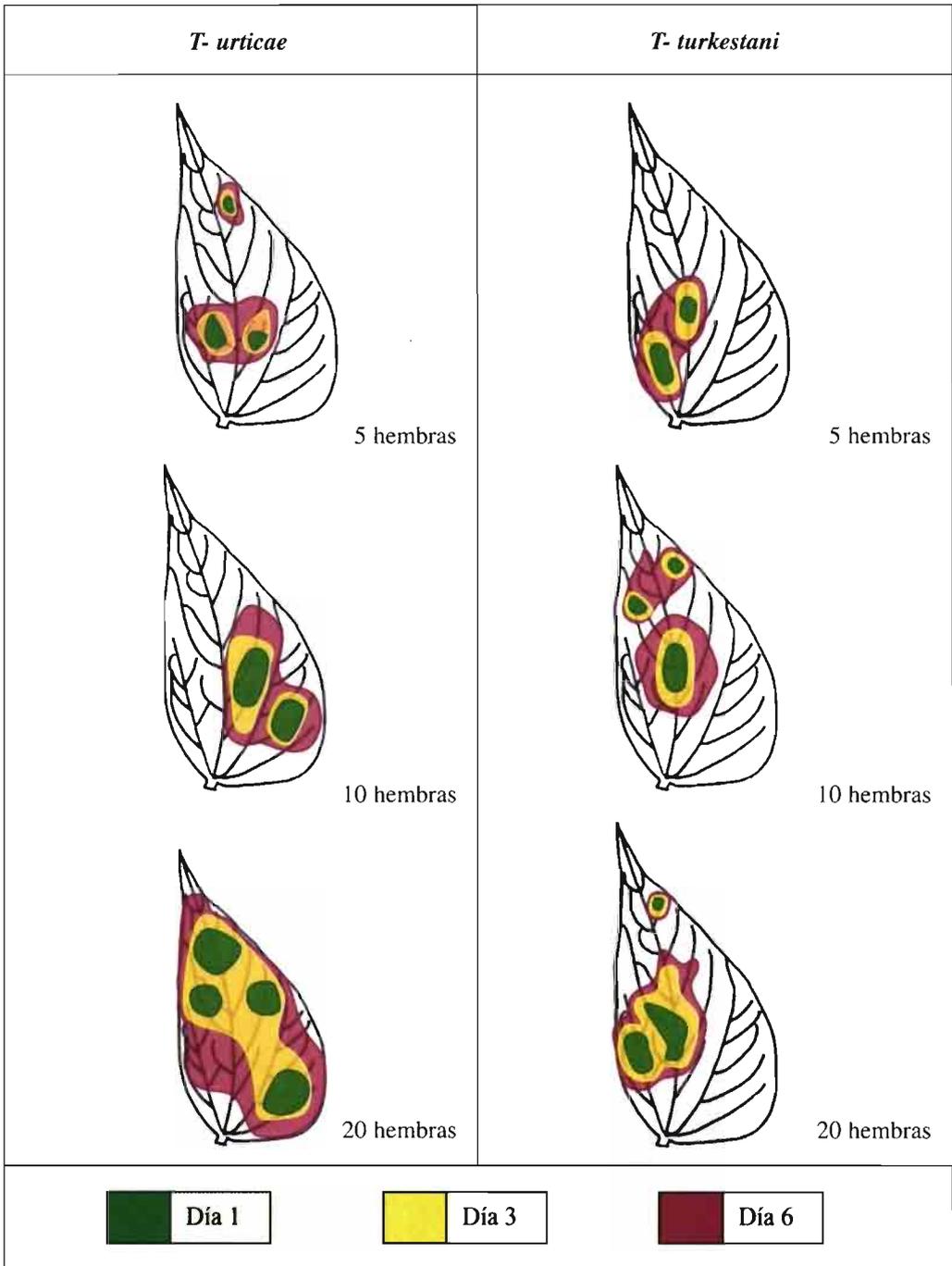


Figura 3. Representación esquemática de la distribución y crecimiento del área del haz de hojas de judía ocupada por las colonias de tres niveles poblacionales de *T. urticae* y *T. turkestani* y dañada por los ácaros. Cada color representa el avance del daño en cada una de las observaciones y su situación en la superficie foliar.

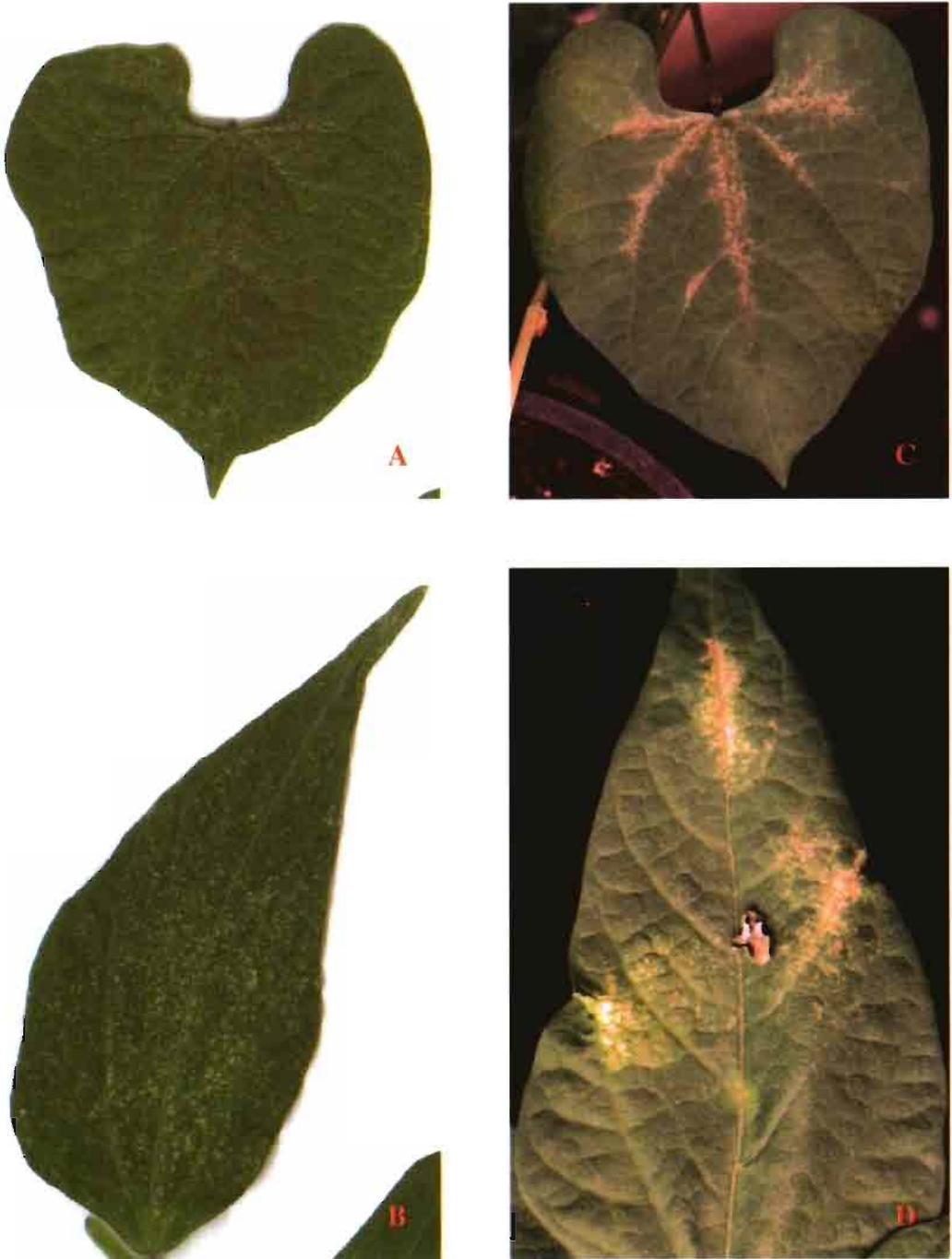


Figura 4. Síntomas producidos por *T. urticae* (A y B) y *T. turkestani* (C, D) en hojas de judía cotiledonares y verdaderas. Obsérvese la distinta distribución de las picaduras en las dos especies y las deformaciones que *T. turkestani* provoca en los márgenes de la hoja.



Figura 5. Aspecto de las deformaciones producidas por *T. turkestanii* en hojas de judía a consecuencia de las picaduras alimenticias.

que dos o más de ellas se encuentren próximas. En el caso de esta especie la superficie foliar afectada es claramente menor que en *T. urticae*, debido a la menor producción de descendientes.

El seguimiento de hojas de judía colonizadas por las dos arañas rojas durante un periodo de tiempo mayor ha permitido apreciar mejor las diferencias en el daño producido por las dos especies (Figura 4). Los individuos de *T. urticae* se distribuyen de forma casi aleatoria sobre el haz, ocupando cualquiera de sus partes, sean cercanas a los nervios o alejadas de estos. En consecuencia, las picaduras nutricionales aparecen repartidas por toda la superficie, sin ocupar una zona concreta. Sin embargo, *T. turkestanii* se concentra preferentemente junto a los nervios centrales y secundarios, y por tanto los daños se manifiestan en estas partes de la hoja.

Además, las picaduras de *T. turkestanii* provocan deformaciones en las hojas de judía, lo que no se observa en hojas con *T. urticae*. Estas deformaciones se sitúan normalmente cerca de los márgenes y hacen que la superficie foliar se deprima formando un hueco que es ocupado por los ácaros (Figura 5). Los márgenes superiores de esta depresión son

unidos por hilos de seda que todos los individuos van produciendo a medida que se mueven. El interior toma, a veces, una coloración amarillenta o marrón. No se ha calculado el porcentaje de hojas ocupadas por *T. turkestanii* que pueden mostrar este síntoma, pero su presencia es evidente entre las hojas, y es una característica que parece ser útil para distinguir estas especies en judía. Asimismo, se ha observado que algunas de las hojas ya muestran signos de la deformación cuando son muy pequeñas y el número de ácaros sobre ellas es aún escaso. Esto significaría que la aparición de la deformación se manifiesta antes de que la hoja termine de desarrollarse y es independiente del número de ácaros que están alimentándose en ella.

## DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos demuestran que algunas características del proceso de colonización y de la distribución de los ácaros y los daños en hojas de judía son útiles para distinguir las dos especies de arañas rojas más similares externamente, *T. urticae* y *T. turkestanii*. Estos resultados iniciales pueden servir para avanzar más en un diagnóstico de estas especies en campo basado en caracte-

res fácilmente reconocibles y con un valor discriminatorio.

Estos resultados han puesto de manifiesto, también, diferencias en la capacidad de crecimiento de las dos especies en las mismas condiciones. Sobre hojas de judía *T. urticae* produce más descendientes que *T. turkestanii* en el mismo periodo de tiempo. No existen antecedentes del potencial biótico comparado de estas especies en judía, pero si en otros cultivos donde las dos arañas rojas coinciden en las hojas. Por ejemplo, en algodón en los Estados Unidos existen tres especies de arañas rojas que se conocen desde finales del siglo XIX y que se encuentran entre las principales plagas del cultivo. En el valle de San Joaquín coexisten *T. urticae*, *T. turkestanii* y *T. pacificus* McGregor. Estudios llevados a cabo hace algunos años (CAREY y BRADLEY, 1982) han demostrado que sobre esta planta hospedante *T. urticae* es más prolífico que *T. turkestanii*, ya que produce una media de 103, 3 descendientes por hembra a lo largo de su vida, mientras que *T. turkestanii* produce 84,6 descendientes. La tasa intrínseca de crecimiento  $r$  a 24° C es de 0,219 días<sup>-1</sup> en *T. urticae* y 0,204 días<sup>-1</sup> en *T. turkestanii*. Estos resultados son inferiores a los obtenidos en este estudio, pero son también poco comparables, ya que en este trabajo se han obtenido solo de los primeros 6 días de puesta y utilizando una fórmula aproximada y una planta hospedante diferente.

Un aspecto muy importante es el daño que las picaduras alimenticias provocan en las hojas y que constituye el síntoma que se observa visualmente. El daño producido por las arañas rojas en hojas de judía puede detectarse fácilmente en forma de decoloraciones difusas que a mayor aumento son, en realidad, pequeñas manchas blanquecinas que corresponden a las células epidérmicas succionadas. La concentración de estas picaduras puede conducir a deformaciones o depresiones de la superficie foliar, que en estados más avanzados toman un color pardo. El daño es visible en el haz y en el envés de las hojas independientemente de la superficie en que se ha producido.

Se ha observado en este trabajo que los cambios en la intensidad de los daños se producen a través de dos fases durante el breve periodo de colonización (seis días). En una primera fase son las hembras adultas las que producen el daño, alimentándose de zonas más o menos concretas que cubren con hilos de seda en los que depositan su puesta. En una segunda fase, los inmaduros que nacen de estos huevos se alimentan a su vez y contribuyen al crecimiento de la colonia y de la intensidad de los síntomas. El periodo de tiempo estudiado no permite que estos inmaduros lleguen a adultos y se complete una generación, pero tras la primer oleada de producción de huevos se observa que las hembras tienen mayor tendencia a moverse y a colonizar nuevos espacios para crear nuevas colonias. Asimismo, el crecimiento lateral de las colonias hace que en ocasiones dos de ellas se fusionen dando lugar a un área dañada de mayor tamaño.

Parece existir una relación entre la actividad de los ácaros y la producción de daños. En judía *T. urticae* es capaz de producir más descendientes que *T. turkestanii* en las mismas condiciones, pero además su movilidad es claramente mayor. Estos dos factores contribuyen a que el índice de daños en hoja en el caso de *T. urticae* sea notablemente superior al producido por *T. turkestanii*. Estudios anteriores han demostrado que existe una relación directa entre el movimiento y la producción de seda. SAITO (1977) demostró que *T. urticae* produce continuamente seda mientras se desplaza. La seda está constituida por proteínas y para su elaboración es necesaria una ingesta frecuente de alimento. Por este motivo, debe haber también, una relación entre la cantidad de seda producida y de alimento consumido (y por tanto de daño causado).

También se ha estudiado con anterioridad la relación entre el daño en hojas y el crecimiento de las colonias. SABELIS (1981), en experiencias realizadas con *T. urticae* en judía, señala que la superficie ocupada por las colonias crece diez veces más rápido que el daño en las hojas, y sugiere que una gran

parte de la superficie foliar cubierta por la tela es todavía adecuada para cubrir las necesidades alimenticias de los inmaduros.

El índice de daño en hojas (IDH) utilizado en este estudio está basado en los propuestos por HUSSEY y PARR (1963) y NACHMAN y ZEMEK (2002). Estos últimos autores estudian el efecto de *T. urticae* en plantas de judía y relacionan el índice de daños y la densidad de ácaros, encontrando una correlación claramente positiva entre los dos parámetros. En este trabajo no hemos encontrado relación entre estas variables al representar los resultados de todos los ensayos realizados. Sin embargo, también en este caso la comparación entre estos resultados y los obtenidos en la referencia citada es difícil, ya que NACHMAN y ZEMEK estudian durante varios meses la dinámica de la araña roja en invernaderos de 300 m<sup>2</sup> que contienen centenares de plantas, por lo que obtienen un número de datos muy elevado.

Por último, el aspecto más destacable de los resultados obtenidos se refiere a los distintos síntomas que se observan en hojas de judía atacadas por *T. urticae* y *T. turkestanii*, ya que muestran diferencias muy evidentes y, además, no existen antecedentes sobre este tema en la literatura científica. Por los resultados obtenidos es evidente que un número similar de individuos de cada especie, en el mismo periodo de tiempo, da lugar a manifestaciones distintas del daño. Esto es así por la distinta distribución que los ácaros presentan en las hojas. *T. urticae* se distribuye de forma dispersa, no mostrando predilección por ninguna zona concreta de la superficie del haz. Por este motivo las picaduras se encuentran repartidas de forma más o menos uniforme por la hoja, o concentradas en los lugares en que se ubica la colonia, pero sin mostrar un patrón que se repita de forma característica. En cambio, *T. turkestanii* se localiza preferentemente junto a los nervios

de la hoja, bien sean laterales o el nervio central. La alimentación tiene lugar allí y la decoloración se manifiesta a los lados de los nervios, como se puede observar en las Figuras 4 y 5. No se ha encontrado información que recoja la preferencia de esta especie por los nervios, pero ésta es la zona de la hoja en que la humedad es mayor, y los ácaros podrían concentrarse en ella evitando otros lugares más secos para garantizar el desarrollo correcto de los huevos, que necesitan niveles elevados de humedad para poder eclosionar.

Además, se ha encontrado que las hojas de judía atacadas por *T. turkestanii* se deforman con frecuencia, pudiendo aparecer en el interior de estas deformaciones manchas de color pardo o amarillento. Las deformaciones se producen en los márgenes de las hojas, haciendo que éstas se plieguen y formen estructuras cóncavas que son ocupadas por la colonia y cubiertas con hilos de seda. Las deformaciones pueden ser pequeñas o alterar enormemente el desarrollo de la hoja, como se puede apreciar en alguna de las fotografías. También hemos observado que aparecen en hojas muy pequeñas y con un escaso número de ácaros. Aparentemente, esta especie introduce con la saliva alguna sustancia que altera el desarrollo de la hoja, dando lugar a estas formaciones. Estudios realizados en algodón han demostrado, también, que en este cultivo *T. turkestanii* es la araña roja más agresiva, ya que produce una toxina que introduce en la planta al alimentarse y amplifica el daño mecánico producido por las picaduras (BRITO *et al.*, 1986).

## AGRADECIMIENTOS

Esta investigación ha sido subvencionada por el Ministerio de Ciencia y Tecnología (MCYT) a través del Proyecto AGL2003-05041.

## ABSTRACT

SOLER-SALCEDO E., E. RODRIGO, F. FERRAGUT. 2006. Colonization, feeding behaviour and damage in the spider mites *Tetranychus urticae* and *T. turkestanii* (Acari, Tetranychidae). *Bol. San. Veg. Plagas*, 32: 523-534.

In Spain, four species of spider mites can be found in vegetable crops: *Tetranychus urticae* Koch, *T. turkestanii* Ugarov and Nikolski, *T. ludeni* Zacher and *T. evansi* Baker and Pritchard. These species are morphologically very similar and they are difficult to distinguish in the field. In this paper we have studied some aspects on the biology and feeding behaviour of *T. urticae* and *T. turkestanii* that can provide tools for their diagnosis in the field. These aspects are: a) colonization behaviour and leaf distribution and b) damage and symptoms produced on bean plants. The variation of these parameters has been studied as a function of time and mite density by leaf. The results shown that the rate of increase, distribution and symptoms produced on bean leaves are different in *T. urticae* and *T. turkestanii*. In six days, 20 females of *T. urticae* produce more offspring than the same number of *T. turkestanii* females. We observed as well differences in the leaf distribution of *T. urticae* and *T. turkestanii*. *T. urticae* was found mainly in the upper-side of leaves, whereas *T. turkestanii* seems to prefer the lower-side. Patches of *T. urticae* can be found in any location of leaf surface. However, *T. turkestanii* females start the colonies preferably close to principal or secondary veins of bean leaf. This different location of the colonies originates different symptoms in the two species. Moreover, *T. turkestanii* punctures produce deformations in the edge of leaves, which are not produced by *T. urticae*. The deformation appears before leaf finishes its development and it is independent from the number of mites feeding on leaves.

**Key words:** *Tetranychus urticae*, *T. turkestanii*, diagnosis, feeding behaviour, symptoms, vegetable crops.

## REFERENCIAS

- BRITO, R. M., STERN V. M. y SANCES, F. V., 1986. Physiological response of cotton plants to feeding of three *Tetranychus* spider mite species (Acari: Tetranychidae). *Journal of Economic Entomology*, 79 (5): 1217-1220.
- CAREY J. R. y BRADLEY J. W., 1982. Developmental rates, vital schedules, sex ratios, and life tables for *Tetranychus urticae*, *T. turkestanii* and *T. pacificus* (Acari: Tetranychidae) on cotton. *Acarologia*, t. XXIII, fasc. 4.
- ESCUADERO, L. A. y F. FERRAGUT, 1998. Comunidades de ácaros del ecosistema hortícola mediterráneo: composición y distribución geográfica. *Bol. San. Veg. Plagas*, 24: 749-762.
- FERRAGUT, F. y C. SANTONJA, 1989. Taxonomía y distribución de los ácaros del género *Tetranychus* (Acari: Tetranychidae), en España. *Bol. San. Veg. Plagas*, 15: 271-281.
- HUSSEY N. W. y PARR W. J. 1963. The effect of glass-house red spider mite (*Tetranychus urticae* Koch) on the yield of cucumbers. *Journal of Horticultural Science*, 38: 255-263.
- NACHMAN, G. y ZEMEK, R. 2002. Interactions in a tri-trophic acarine predator-prey metapopulation system III: Effects of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) on host plant condition. *Experimental and Applied Acarology*, 26: 27-42.
- ODUM, E. P., 1971. Fundamentals of Ecology. W.B. Saunders Co. Philadelphia, 574 pp.
- SABELIS, M. W., 1981. Biological control of two-spotted spider mites using phytoseiid predators. Part I: Modelling the predator-prey interaction at the individual level. Agricultural Research Reports, Pudoc, Wageningen, 242 pp.
- SAITO, Y., 1977. Study on the spinning behavior of the spider mite (Acari: Tetranychidae). I. Method for the quantitative evaluation of the mite webbing and the relationship between webbing and walking. *Japanese Journal of Applied Entomology and Zoology*, 21: 27-34

(Recepción: 6 abril 2006)

(Aceptación: 5 julio 2006)

## Grupos de Compatibilidad Vegetativa de *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-cucumerinum* en la Provincia de Almería

M. GARCÍA ALCÁZAR, M. A. AÑAÑOS, R. BLANCO, D. CIFUENTES

Con el objeto de conocer la variabilidad genética de *F. o.* f.sp. *radicis-cucumerinum*, patógeno detectado a principios del año 2000 en España, se determinaron los grupos de compatibilidad vegetativa (VCGs) utilizando auxótrofos de la ruta del nitrato, (mutantes *nit*), de un total de 13 aislados de este hongo, colectados en la provincia de Almería, junto con un grupo de aislados de origen griego, incluidos como referencia de VCG. Todos los aislados españoles fueron colectados en plantas que presentaban podredumbre del cuello y las raíces, enfermedad causada por *F. o.* f.sp. *radicis-cucumerinum*. Doce aislados se colectaron en plantas de pepino y uno en planta de melón.

Ocho aislados, uno de ellos colectado en plantas de melón, fueron asignados al VCG 0260, dos fueron incluidos en el VCG puente 0260/0261, y dos aislados no pudieron ser asignados a ningún VCG, porque no formaron heterocarión con ninguna de las cepas de referencia. Al resto de los aislados no se les pudo asignar su grupo de compatibilidad vegetativa debido a su incapacidad para producir mutantes *nit* o porque resultaron autoincompatibles. El predominio del VCG 0260 observado en el presente estudio es similar al observado en otros países, e indicaría que las poblaciones de *F. o.* f.sp. *radicis-cucumerinum* en Almería son genéticamente muy similares. Sin embargo, la presencia del VCG puente 0260/0261 y la posibilidad de que existan nuevos VCGs parece indicar que es posible esperar una mayor variabilidad genética de este hongo.

La patogenicidad de *F. o.* f.sp. *radicis-cucumerinum* en plantas de melón detectada en este estudio se ha comprobado recientemente en Grecia.

M. GARCÍA ALCÁZAR, M. A. AÑAÑOS, R. BLANCO. EPS. Dpto. Producción Vegetal. Universidad de Almería. Cañada de San Urbano, s/n. 04120. Almería.  
D. CIFUENTES. ETSIA. Dpto. Producción Vegetal. Universidad Politécnica de Cartagena. Pº Alfonso XIII, 52. 30203 Cartagena. Murcia.

**Palabras clave:** *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-cucumerinum*, pepino, podredumbre del cuello y las raíces, grupos de compatibilidad vegetativa, VCG.

### INTRODUCCIÓN

El pepino, (*Cucumis sativus* L.), es un cultivo de importancia económica en numerosos países (VAKALOUNAKIS y FRAGKIADAKIS, 1999; PAVLOU *et al.*, 2002; VAKALOUNAKIS *et al.*, 2004). En la Unión Europea los principales países productores de esta hortaliza son España, Grecia y Holanda (FAO, 2005). Dentro de España, la provincia de Almería ocupa el primer lugar en lo que a

producción se refiere (M.A.P.A., 2004). La producción de Almería se comercializa principalmente durante los meses de invierno en el mercado europeo (INSTITUTO DE ESTUDIOS DE CAJAMAR, 2004).

El pepino es afectado por numerosos hongos patógenos, pero el hongo *Fusarium oxysporum* Schlechtend.:Fr., es uno de los más importantes, (VAKALOUNAKIS, 1988; VAKALOUNAKIS *et al.*, 2004). Dos formas especializadas de *F. oxysporum* enferman al

cultivo del pepino: *F. o. f. sp. cucumerinum* (Owen) Snyder & Hansen y *F. o. f.sp. radialis-cucumerinum* Vakalounakis.

*F. o. f. sp. cucumerinum*, descrito en el año 1956, causa el marchitamiento vascular del pepino, enfermedad que limita el establecimiento de este cultivo en muchas regiones del mundo (AHN *et al.*, 1998). Los síntomas del marchitamiento vascular son bien conocidos en todas las zonas donde se cultiva pepino; consisten principalmente en marchitamiento, amarillamiento y decoloración vascular (CERKAUSKAS y BROWN, 2001). *F. o. f.sp. radialis-cucumerinum* fue descrito en 1996 por Vakalounakis, quien venía observando, desde el año 1989, grandes pérdidas en la producción de pepino cultivados en invernadero en Grecia (VAKALOUNAKIS, 1996). A partir de esa fecha se ha ido informando de su presencia en otros países; Canadá (PUNJA *et al.*, 1998; PUNJA y PARKER, 2000; CERKAUSKAS y BROWN, 2001), Francia (REVERCHON *et al.*, 2000), Australia (TESOREIRO, 2003), y China (VAKALOUNAKIS *et al.*, 2004). En España fue citado por primera vez por BLANCO *et al.* (2000), y MORENO *et al.* (2001), en cultivos de pepino en la provincia de Almería. Esta forma especializada causa una enfermedad conocida como "podredumbre del cuello y las raíces". La podredumbre del cuello y las raíces se manifiesta por un marchitamiento generalizado de la planta, especialmente a bajas temperaturas, unos 17°C, (PAVLOU *et al.*, 2002), combinado o no con un amarillamiento de las hojas basales. El tallo presenta una decoloración amarillenta y pudrición superficial que puede alcanzar una altura de 10 a 12 cm sobre el cuello, en plantas adultas. En un estado avanzado de la enfermedad puede producirse una total desintegración de los tejidos del tallo y cuello de la planta, y observarse abundante micelio de color blanco y esporodocios de color naranja (MORENO *et al.*, 2001; CERKAUSKAS y BROWN, 2001).

A pesar de que *F. o. f. sp. cucumerinum* y *F. o. f.sp. radialis-cucumerinum* producen enfermedades diferentes, resulta difícil

diferenciarlos porque morfológicamente son indistinguibles. Tradicionalmente, la forma de distinguir los aislados patógenos de los no patógenos de *F. oxysporum* ha consistido en inocularlos en plantas diferenciadoras y examinar los síntomas producidos. Sin embargo, este método implica un costo importante en instalaciones y tiempo de espera.

Desde hace años, diversas técnicas de análisis de la variabilidad genética han intentado facilitar la identificación de las numerosas formas especializadas y razas de *F. oxysporum*. Una de estas técnicas es la de los Grupos de Compatibilidad Vegetativa (VCGs). Los grupos de compatibilidad vegetativa representan una forma natural de subdividir una población fúngica y dan una medida del grado de diversidad genética presente en la población, aportando información sobre aspectos como el posible origen de los aislados. En hongos donde no se conoce el estado sexual, los VCGs subdividen la población en grupos genéticamente aislados donde miembros de un mismo grupo pueden intercambiar información genética vía heterocariosis durante el ciclo parasexual, pero no entre miembros que pertenecen a distintos VCGs (PUHALLA, 1985). En la actualidad, la mayoría de los estudios de compatibilidad vegetativa se realizan utilizando auxótrofos de la ruta del nitrato, los cuales poseen mutaciones que impiden la utilización del nitrato como única fuente de nitrógeno. A estos mutantes se les denomina *nit*.

La mayor ventaja de usar mutantes *nit* es su fácil obtención, sin requerir tratamientos con mutágenos. La selección de mutantes auxótrofos deficientes en enzimas metabólicas se facilita mediante el uso de substratos análogos tóxicos. En el caso de los auxótrofos de la ruta del nitrato, estos mutantes aparecen de forma espontánea como sectores de crecimiento rápido cuando se hace crecer al organismo en medios con clorato, un tóxico análogo al nitrato.

La técnica propuesta por Puhalla en 1985 ha sido ampliamente aplicada a las diferen-

tes formas especializadas de *F. oxysporum* (KATAN, 1999) y, también, a la forma especializada *radicis-cucumerinum*. Actualmente, en *F. o. f.sp. radicis-cucumerinum* se han determinado dos VCGs, 0260 y 0261, más un VCG puente, 0260/0261 (VAKALOUNAKIS y FRAGKIADAKIS, 1999; VAKALOUNAKIS *et al.*, 2004; VAKALOUNAKIS *et al.*, 2005). El objetivo del presente trabajo es determinar la variabilidad genética de un grupo de aislados de *F. o. f.sp. radicis-cucumerinum*, colectados principalmente en cultivos de pepino de la provincia de Almería, con los descritos originalmente por VAKALOUNAKIS y FRAGKIADAKIS (1999), VAKALOUNAKIS *et al.* (2004) y VAKALOUNAKIS *et al.* (2005).

**MATERIAL Y MÉTODOS**

*Aislados fúngicos*

En el presente estudio se han analizado 18 aislados de *F. o. f.sp. radicis-cucumerinum* (Cuadro 1). Nueve de estos aislados procedieron de la micoteca del Departamento de Producción Vegetal de la Universidad de Almería, formada a partir de prospecciones en cultivos de pepino de la provincia de Almería, y cinco aislados procedieron de la colección del Dr. Vakalounakis (National Agricultural Research Foundation. Plant Protection Institute. Creta). Cuatro aislados, (FORC 10, 11, 12 y 13), fueron colectados en plantas enfermas cultivadas en invernade-

Cuadro 1. Origen y VCGs de los aislados de *F.o. f.sp. radicis-cucumerinum* estudiados.

| Aislado (código trabajo/original)            | Origen                             | VCGs      |
|--|------------------------------------|-----------|
| <b><i>F.o. f.sp. radicis-cucumerinum</i></b> |                                    |           |
| FORC 1 (FOP 3)                               | El Ejido, Almería                  | **        |
| FORC 2 (FOP 4)                               | El Ejido, Almería                  | **        |
| FORC 3 (FOP 6)                               | El Ejido, Almería                  | **        |
| FORC 4 (P2-9)                                | El Ejido, Almería                  | *         |
| FORC 5 (P2-7)                                | El Ejido, Almería                  | *         |
| FORC 6 (P2 3V)                               | El Ejido, Almería                  | 0260/0261 |
| FORC 7 (P2-2)                                | El Ejido, Almería                  | 0260      |
| FORC 8 (P1-1)                                | El Ejido, Almería                  | 0260      |
| FORC 9 (J2)                                  | El Ejido, Almería                  | 0260/0261 |
| FORC 10 (JAB 1)                              | Adra, Almería                      | ***       |
| FORC 11 (FO 2)                               | La Mojонера, Almería               | 0260      |
| FORC 12 (FO MT)                              | El Ejido, Almería                  | ***       |
| FORC 13 (FO ME)                              | El Ejido, Almería                  | 0260      |
| FORC 14 (FOC A)                              | Creta (Plant Protection Institute) | 0260      |
| FORC 15 (FOC B)                              | Creta (Plant Protection Institute) | **        |
| FORC 16 (F FORC)                             | Creta (Plant Protection Institute) | 0260      |
| FORC 17 (Afu-68 A)                           | Creta (Plant Protection Institute) | 0260      |
| FORC 18 (Afu-74)                             | Creta (Plant Protection Institute) | 0260      |
| <b><i>Tester de referencia de VCGs</i></b>   |                                    |           |
| FORC 21 (Afu-14A4)                           | Creta (Plant Protection Institute) | 0260      |
| FORC 22 (Afu-15B2)                           | Creta (Plant Protection Institute) | 0260      |
| FORC 23 (Afu-26B2)                           | Creta (Plant Protection Institute) | 0261      |
| FORC 24 (Afu-26B3)                           | Creta (Plant Protection Institute) | 0261      |

\* = aislados resistentes al clorato

\*\* = aislados autoincompatibles

\*\*\* = aislados no complementarios con los *tester* de referencia de VCG

ros de la provincia de Almería; tres de ellos procedieron de plantas de pepino y uno de planta de melón (*Cucumis melo* L.) cv. Vulcano, (FORC 13). Todas las plantas de las que se colectaron estos aislados presentaban la sintomatología propia de la podredumbre del cuello y las raíces, causada por *F. o. f.sp. radialis-cucumerinum*. La determinación de la forma especializada y de la patogenicidad de estos cuatro aislados ha sido estudiada en la Universidad de Almería (datos no publicados). Como referencia de los grupos de VCGs descritos para *F. o. f.sp. radialis-cucumerinum* se utilizaron cuatro cepas (*tester*) cedidos por el Dr. Vakalounakis.

Los aislados se cultivaron en un medio selectivo modificado para *Fusarium* (KOMADA, 1975; TELLO *et al.*, 1991) incubado a 26-27°C durante 7 días. De cada aislado se obtuvieron cultivos monospóricos, para asegurar su pureza genética, en el medio de cultivo agar-agua, (AA). La incubación en el medio AA se realizó a 25°C durante 24 horas. Posteriormente, los aislados monospóricos se cultivaron en el medio no selectivo PDA (patata, dextrosa, agar), incubado a 25°C.

### *Análisis de los VCGs*

La determinación de los grupos de compatibilidad vegetativa se hizo de acuerdo a la metodología descrita por PUHALLA (1985) y CORRELL *et al.* (1987). Para la obtención de mutantes *nit*, de cada aislado monospórico se transfirieron 20 bloques de unos 2 mm<sup>3</sup> de micelio desde el cultivo en PDA a un medio MMC (medio mínimo clorato), (PUHALLA, 1985), y se incubaron a 25°C. Muchos de los aislados fueron insensibles al clorato, por lo que se aumentó su concentración a dosis del 20 y 30%. El crecimiento en MMC fue restringido hasta que a los 13-15 días surgieron sectores clorato resistentes de crecimiento rápido. De cada uno de estos sectores se tomó un bloque de micelio, también de unos 2 mm<sup>3</sup>, y se transfirió a un medio MM, medio basal con nitrato como fuente de nitrógeno. La incubación también se hizo a 25 °C. Al cabo de 5 a 7 días se

observó el crecimiento. Si éste era fino, expansivo, y con escaso o nada de micelio aéreo indicaba que los mutantes resistentes al clorato eran incapaces de reducir el nitrato y por tanto eran mutantes *nit* (PUHALLA, 1985). Para la caracterización fenotípica de los mutantes *nit* todos los mutantes *nit* obtenidos se cultivaron en tres medios, cada uno con diferente fuente de nitrógeno: MM, medio nitrito, medio basal suplementado con 0,5 gr./l de nitrito sódico, y medio hipoxantina, medio basal suplementado con 0,2 gr./l de hipoxantina. La caracterización de los fenotipos, *nit1*, *nitM* y *nit3*, se hizo de acuerdo a su crecimiento en estos tres medios, tal como lo describieron CORRELL *et al.* (1987). Transcurridos 3 a 5 días, a 25°C, ya se observó un crecimiento fino y expansivo en algunos aislados, siendo el tiempo máximo de cultivo de 30 días. Caracterizado el fenotipo, se seleccionaron entonces los mutantes *nit1* y *nitM* para la pruebas de autocomplementación vegetativa. Esta prueba se hace para descartar la existencia de aislados autoincompatibles que pudiera conducir a error en la determinación de los VCGs. Los mutantes *nitM* se aparearon con los mutantes *nit1* en medio MM y se incubaron a la temperatura ya señalada hasta que se observó un crecimiento tipo salvaje en la zona de contacto entre los mutantes, prueba de que se había formado un heterocarión y que por tanto el aislado en cuestión era autocompatible (PUHALLA, 1985). En este caso el tiempo de cultivo también fue de 30 días.

Para la prueba de compatibilidad vegetativa se seleccionaron mutantes *nit1* representativos de cada aislado autocompatible y se aparearon con los mutantes *nitM* de las cepas de referencia (*tester*) de los VCGs 0260 (Afu-14A4 y Afu-15B2) y 0261 (Afu-26B2 y Afu-26B3). Transcurridos 7-10 días de incubación a 25 °C ya se observó complementación entre los aislados. Ésta se manifestó con un crecimiento denso y exuberante en la zona de contacto entre los dos mutantes. La formación de este heterocarión indicó que los aislados eran compatibles vegetativamente y pertenecían al mismo VCG que el *tester*. Por

el contrario, la no formación de heterocarión indicaba que los aislados era incompatibles vegetativamente y pertenecían a diferentes VCGs (Figuras 1 y 2).

## RESULTADOS

Entre los aislados de *F. o. f.sp. radicum-cucumerinum* utilizados en este estudio, no se obtuvieron mutantes *nit* en los aislados FORC 4 y FORC 5 (Cuadro 1). El crecimiento de estos aislados no fue restringido en medio con clorato ni siquiera a la mayor concentración, 30% de  $KClO_3$ . En el resto de los aislados sí se obtuvieron mutantes *nit*, (177 en total), y pudo determinarse su fenotipo según su crecimiento en medio basal con nitrato, nitrito o hipoxantina como única fuente de nitrógeno (Cuadro 2). El fenotipo *nit1* fue el más frecuente obtenido, 31,2%, seguido por *nitM*, 21,5%, y *nit3*, 15,1%. El resto de los mutantes no pudo ser clasificado ya sea porque su crecimiento no se correspondía con ninguno de los 3 tipos de fenotipos, (10,8%), o porque revertían a la forma salvaje transcurridos unos días de mostrar un fenotipo dado, (21,4%).

En las pruebas realizadas para determinar la autocompatibilidad de cada aislado, se

obtuvieron 4 aislados autoincompatibles, todos los demás aislados fueron autocompatibles (Cuadro 1). La autocompatibilidad se manifestó con la formación de un crecimiento miceliar denso, y muchas veces aéreo, en la zona de contacto entre los mutantes *nit1* y *nitM* apareados. En los resultados obtenidos en las pruebas de compatibilidad vegetativa, (Cuadro 1), ocho aislados pertenecieron al VCG 0260. Los aislados FORC 6 y FORC 9 complementaron con los *tester* de los VCGs 0260 y 0261 por lo que se adscribieron al grupo de compatibilidad puente, 0260/0261. Dos aislados autocompatibles (FORC 10 y FORC 12) no complementaron con ninguna de las cepas de referencia de VCGs.

## DISCUSIÓN

De los 18 aislados con los que se inició el presente estudio sólo pudieron realizarse todas las pruebas necesarias para determinar el grupo de compatibilidad vegetativa en 12. Dos aislados no presentaron restricciones de crecimiento en medio suplementado con clorato potásico, mostrando de forma natural resistencia a este tóxico. Cuatro aislados, uno de ellos de la colección del Dr. Vakalounakis, resultaron ser autoincompatibles. La



Figura 1. Compatibilidad vegetativa entre mutantes *nit1* del aislado FORC 13 con el *nit tester* de referencia del VCG 0260, Afu-14A4.



Figura 2. Compatibilidad vegetativa entre mutantes *nit1* del aislado FORC 7 con el *nit tester* de referencia del VCG 0260, Afu-15B2.

Cuadro 2. Número y fenotipo de los mutantes *nit* obtenidos en los aislados de *F.o. f.sp. radialis-cucumerinum*.

| Aislado (código trabajo/original)             | Número de mutantes <i>nit</i> | Fenotipo de los mutantes <i>nit</i> (%) ** |              |              |
|---|-------------------------------|--|--------------|--------------|
|   |                               | <i>nit</i> 1                               | <i>nit</i> 3 | <i>nit</i> M |
| <b><i>F.o. f.sp. radialis-cucumerinum</i></b> |                               |  |              |              |
| FORC 1 (FOP 3)                                | 12                            | 41,7                                       | 0            | 0            |
| FORC 2 (FOP 4)                                | 11                            | 27,3                                       | 0            | 9,1          |
| FORC 3 (FOP 6)                                | 16                            | 25   | 0            | 6,3          |
| FORC 4 (P2-9)                                 | 0                             | *  |              |              |
| FORC 5 (P2-7)                                 | 0                             | *  |              |              |
| FORC 6 (P2 3V)                                | 7                             | 28,6                                       | 0            | 14,3         |
| FORC 7 (P2-2)                                 | 16                            | 25   | 25           | 37,5         |
| FORC 8 (P1-1)                                 | 10                            | 30   | 10           | 40           |
| FORC 9 (J2)                                   | 2                             | 50   | 0            | 50           |
| FORC 10 (JAB 1)                               | 15                            | 13,3                                       | 73,3         | 6,7          |
| FORC 11 (FO 2)                                | 5                             | 20   | 20           | 0            |
| FORC 12 (FORC MT)                             | 14                            | 28,6                                       | 35,7         | 14,3         |
| FORC 13 (FO ME)                               | 18                            | 44,4                                       | 27,8         | 11,1         |
| FORC 14 (FOC A)                               | 4                             | 50   | 0            | 25           |
| FORC 15 (FOC B)                               | 7                             | 14,3                                       | 0            | 42,9         |
| FORC 16 (F FORC)                              | 4                             | 50   | 0            | 50           |
| FORC 17 (Afu-68 A)                            | 11                            | 27,3                                       | 18,2         | 36,4         |
| FORC 18 (Afu-74)                              | 25                            | 24   | 32           | 0            |

\*: aislados resistentes al clorato.

\*\* : la sumatoria de los porcentajes no es igual a 100 en todos los casos porque hubieron mutantes *nit* que revertieron al estado salvaje, y/o porque su crecimiento en medio basal suplementado con diferentes fuentes de nitrógeno no coincidió con ninguno de los fenotipos establecidos.

autoincompatibilidad ha sido observada en diferentes hongos, incluido *F. o. f.sp. radialis-cucumerinum* (VAKALOUNAKIS y FRAGKIADAKIS, 1999), y, junto con la resistencia al clorato, representa un factor limitante de la técnica porque los aislados autoincompatibles complican el análisis de las poblaciones al no poder asignarlos a un VCG determinado.

En el presente estudio, el 66,6 % de los aislados autocompatibles pertenecen al VCG 0260. Este VCG es el más frecuente, según revelan los estudios. VAKALOUNAKIS y FRAGKIADAKIS (1999), estudiando una amplia colección de aislados de origen griego, más cuatro aislados holandeses, encontraron que la mayoría, (60), pertenecían al VCG 0260, y sólo 5 al VCG 0261. Similar situación encontró años más tarde al estudiar otra

extensa colección de aislados de origen griego (VAKALOUNAKIS *et al.*, 2005).

La presencia de un VCG mayoritario dentro de un área o en áreas geográficamente separadas indica que las poblaciones son genéticamente muy similares. Este hecho ha sido observado en otras formas especializadas de *F. oxysporum* (KATAN y KATAN, 1988; ELIAS y SCHNEIDER, 1991; KATAN *et al.*, 1991; KISTLER *et al.*, 1998). Por otra parte, la presencia de un mismo VCG en zonas geográficas distantes da una idea de la dispersión del patógeno y de su procedencia (ROSEWICH *et al.*, 1999). Así, VAKALOUNAKIS y FRAGKIADAKIS (1999), sugieren que *F. o. f.sp. radialis-cucumerinum* habría sido introducido en Creta en semillas y sustratos orgánicos procedentes de Holanda. En este país se detectó su existencia entre 1985 y 1986,

pero allí no constituye el principal problema sanitario del cultivo del pepino. Tal vez una situación similar podría haberse producido en la provincia de Almería, donde se practica una agricultura intensiva y se mantiene un intenso intercambio comercial de productos agrícolas con diferentes países europeos. Es muy probable que la presencia de *F. o. f.sp. radialis-cucumerinum* en los cultivos de pepino en Almería sea una consecuencia del intercambio comercial. Por otra parte, el actual predominio del VCG 0260 en esta provincia podría atribuirse a la reciente introducción de este hongo; su presencia en el país, concretamente en cultivos de pepino de Almería, fue detectada a fines de diciembre de 1999 (BLANCO *et al.*, 2000; MORENO *et al.*, 2001).

Entre los aislados de *F. o. f.sp. radialis-cucumerinum* que pertenecen al VCG 0260, cabe destacar que el aislado FORC 13 fue colectado en una planta de melón de la variedad Vulcano, resistente a las razas 0, 1 y 2 de *F. o. f.sp. melonis*. Esta planta estaba cultivada en saco de perlita, y donde en la campaña anterior se cultivó pepino. Este resultado coincide con el de un informe reciente sobre la patogenicidad de *F. o. f.sp. radialis-cucumerinum* en plantas de melón, en condiciones naturales (VAKALOUNAKIS *et al.*, 2005).

La determinación en el presente estudio de dos aislados puente, FORC 6 y FORC 9, sugiere que los VCGs 0260 y 0261 estarían estrechamente relacionados (KATAN *et al.*, 1991; CORRELL *et al.*, 1993). La determinación de grupos puentes en algunas formas especializadas de *F. oxysporum* no es un hecho aislado (KISTLER *et al.*, 1998) y, en *F. o. f.sp. radialis-cucumerinum* ya hay antecedentes (VAKALOUNAKIS y FRAGKIADAKIS, 1999; VAKALOUNAKIS *et al.*, 2005). La existencia de aislados puente en Almería sugiere, además, que en *F. o. f.sp. radialis-cucumerinum* podría estar produciéndose un proceso

de divergencia y formación de nuevos VCGs (KATAN *et al.*, 1991; CORRELL *et al.*, 1993).

El resultado obtenido con los aislados FORC 10 y FORC 12, que siendo autocompatibles no complementaron con ninguna de las cepas de referencia de VCGs, podría interpretarse como la existencia de uno o dos nuevos VCGs de *F. o. f.sp. radialis-cucumerinum* en los cultivos de Almería. No obstante, para demostrar la existencia de nuevos VCGs sería necesario realizar un estudio más amplio, que incluyera un número mayor de aislados y también otras técnicas de análisis genéticos.

La posibilidad de nuevos grupos de compatibilidad vegetativa en Almería, unida al hecho de enfermar *F. oxysporum* f.sp. *radialis-cucumerinum* a melón, según ha publicado VAKALOUNAKIS *et al.* (2005) y que hemos comprobado en nuestras propias inoculaciones, (datos no publicados), merece una investigación más detallada con otras formas especializadas que enferman al melón y a la sandía.

Según nuestros antecedentes, este es el primer estudio de los grupos de compatibilidad vegetativa de *F. o. f.sp. radialis-cucumerinum* en nuestro país, y sería el segundo en el que se informa sobre la patogenicidad de esta forma especializada en melón.

## AGRADECIMIENTOS

Deseamos expresar nuestro agradecimiento a los siguientes personas por habernos suministrado algunos de los aislados utilizados en este estudio; a los profesores de la Universidad de Almería, Dr. J. Tello y Dr. J. Abad, al Dr. J. Gómez (C.I.F.A., La Mojoneira, Almería), a la Dra. V. Gómez, (Unidad de Hongos y Bacterias del Laboratorio de Sanidad Vegetal, La Mojoneira, Almería), y al Dr. Vakalounakis (National Agricultural Research Foundation, N.AG.Re.F., Plant Protection Institute, Heraclio, Creta).

## ABSTRACT

GARCÍA ALCÁZAR M., M. A. AÑAÑOS, R. BLANCO, D. CIFUENTES. 2006. Vegetative Compatibility Groups of *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-cucumerinum* in Almería, Spain. *Bol. San. Veg. Plagas*, **32**: 535-543.

In order to determine the genetic diversity of *F. o.* f.sp. *radicis-cucumerinum*, pathogen detected at the beginning of 2000 in Spain, a group of isolates of this fungus were characterized by vegetative compatibility using nitrate-nonutilizing (*nit*) mutants. The study was made on 13 isolates of *F. o.* f.sp. *radicis-cucumerinum* collected in Almería together with a group of isolates from Greece, included for comparison as reference VCG strains. All the Spanish isolates were recovered from diseased plants showing typical root and stem rot symptoms, disease caused by *F. o.* f.sp. *radicis-cucumerinum*. Twelve isolates were collected from cucumber and one from muskmelon plant. Eight isolates, one of them from a muskmelon plant, were assigned to vegetative compatibility group (VCG) 0260. Two isolates formed complementary heterocaryons with testers of both VCG 0260 and VCG 0261 and were included in bridge VCG 0260/0261. Two vegetatively self-compatible isolates could not be assigned to any vegetative compatibility groups, because of their inability to form complementary heterocaryons with tester strains of both VCG 0260 and VCG 0261. The remaining six isolates could not be tested for vegetative compatibility because of their inability to yield *nit* mutants or because were not vegetatively compatible. The preponderance of VCG 0260 observed in this study is similar to that found in other countries and could explain the fact that *F. o.* f.sp. *radicis-cucumerinum* populations are very similar in Almería. Nevertheless, the occurrence of bridge isolates (VCG 0269/0261) and the possibility of one or more VCGs in populations of this fungus in Almería, could indicate that the level of genetic variability of *F. o.* f.sp. *radicis-cucumerinum* in Almería could be higher. Natural infection of muskmelon by *F. o.* f.sp. *radicis-cucumerinum* had recently been reported in Greece.

**Key words:** *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-cucumerinum*, cucumber, root and stem rot, Vegetative Compatibility Groups, VCG.

## REFERENCIAS

- ANH, I. P., CHUNG, H. S., LEE, Y. H. 1998. Vegetative compatibility groups and pathogenicity among isolates of *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum*. *Plant Disease*, **82** (2): 244-246.
- BLANCO, R., DIÁNEZ, F., MORENO, A., ALFÉREZ, A., AVILÉS, M., TELLO, J. C. 2000. Nueva micosis de la raíz y el tallo del pepino en Almería. Estudio de su especificidad patogénica. En: Programa y Resúmenes. Congreso de la Sociedad Española de Fitopatología. 177 pp.
- CERKAUSKAS, R. F., BROWN, J. 2001. First report of fusarium stem and root rot of greenhouse cucumber caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum* in Ontario. *Plant Disease*, **85** (9): 1028.
- CORRELL, J. C., KLITTICH, C. J. R., LESLIE, J. F. 1987. Nitrate nonutilizing mutants of *Fusarium oxysporum* and their use in vegetative compatibility test. *Phytopathology*, **77**: 1640-1646.
- CORRELL, J. C., MORELOCK, T. E., GUERBER, J. C. 1993. Vegetative compatibility and virulence of the spinach anthracnose pathogen *Colletotrichum dematium*. *Plant Disease*, **77** (7): 688-691.
- ELIAS, K. S., SCHNEIDER, R. W. 1991. Vegetative compatibility groups in *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*. *Phytopathology*, **81**: 159-162.
- FAO. 2005. Estadísticas agropecuarias mundiales. <http://faostat.fao.org/>
- INSTITUTO DE ESTUDIOS DE CAJAMAR. 2004. Análisis de la campaña hortofrutícola de Almería. Campaña 2003/2004. Caja Rural Intermediterránea. Cajamar. 39 pp.
- KATAN, T. 1999. Current status of vegetative compatibility groups in *Fusarium oxysporum*. *Phytoparasitica*, **27** (1): 51-64.
- KATAN, T., KATAN, J. 1988. Vegetative compatibility groups in *Fusarium oxysporum* f. sp. *vasinfectum* from tissues and the rhizosphere of cotton plants. *Phytopathology*, **78**: 852-855.
- KATAN, T., ZAMIR, D., SARFATTI, M., KATAN, J. 1991. Vegetative compatibility groups and subgroups in *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici*. *Phytopathology*, **81**: 255-262.
- KISTLER, H. C., ALABOUVETTE, C., BAAYEN, R. P., BENTLEY, S., BRAYFORD, D., CODDINGTON, A., CORRELL, J., DABOUSSI, M. J., ELIAS, J., FERNÁNDEZ, D., GORDON, T. R., KATAN, T., KIM, H. G., LESLIE, J. F., MARTYN, R. D., MIGHELI, Q., MOORE, N. Y., O'DONNELL, K., PLOETZ, R. C., RUTHERFORD, M. A., SUMMERELL, B., WAALWIJK, C., WOO, S. 1998. Systematic numbering of vegetative compatibility groups in the plant pathogenic fungus *Fusarium oxysporum*. *Phytopathology*, **88**: 30-32.
- KOMADA, H. 1975. Development of a selective medium for quantitative isolation of *Fusarium oxysporum*

- from natural soil. *Review of Plant Protection Research*, **8**:114-125.
- M.A.P.A. 2004. Anuario de estadística. [www.mapya.es/estadistica/Anu04/exc11-30xls](http://www.mapya.es/estadistica/Anu04/exc11-30xls)
- MORENO, A., ALFÉREZ, A., AVILÉS, M., DIÁNEZ, F., BLANCO, R., SANTOS, M., TELLO, J. C.. 2001. First report of *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum* on cucumber in Spain. *Plant Disease*, **85** (11): 1206.
- PAVLOU, G. C., VAKALOUNAKIS, D. J., LIGOXIGAKIS, E. K. 2002. Control of root and stem rot of cucumber, caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum*, by grafting onto resistant rootstocks. *Plant Disease*, **86** (4): 379-382.
- PUHALLA, J. E. 1985. Classification of strains of *Fusarium oxysporum* on the basis of vegetative compatibility. *Can. J. Bot.*, **63**: 179-183.
- PUNJA, Z. K., PARKER, M. 2000. Development of fusarium root and stem rot, a new disease on greenhouse cucumber in British Columbia, caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum*. *Can. J. Plant Pathol.*, **22**: 349-363.
- PUNJA, Z. K., PARKER, M., ROSE, S., LOUIE, D. 1998. Occurrence of fusarium crown and root rot, a new disease on greenhouse cucumbers in British Columbia, and methods for disease control. *Cucurbitaceae*, **98**: 174-185.
- REVERCHON, S., MONNET, Y., BEILARD, E., ALABOUVETTE, C. 2000. Du nouveau sur les fusarioses du concombre. *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-cucumerinum* isolé pour la première fois en France. *Phytoma*, **530**: 36-38.
- ROSEWICH, U. L., PETTWAY, R. E., KATAN, T., KISTLER, H. C. 1999. Population genetic analysis corroborates dispersal of *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici* from Florida to Europe. *Phytopathology*, **89**: 623-630.
- TELLO, J., VARÉS, F., LACASA, A. 1991. Análisis de muestras. En: "Manual de laboratorio. Diagnóstico de hongos, bacterias y nematodos fitopatógenos". M.A.P.A. Dirección General de Sanidad de la Producción Agraria. 39-72.
- TESOREIRO, L. 2003. First report of *Fusarium* root and stem rot of greenhouse cucumber caused by *F. oxysporum* f.sp. *radicis-cucumerinum* in Australia. En: Abstract IXth International *Fusarium* workshop. Univ. Sydney, Australia.
- VAKALOUNAKIS, D. J. 1988. Diseases and pests of vegetable crops and their control. Technological Education Institute, Heraklio, Greece.
- VAKALOUNAKIS, D. J. 1996. Root and stem rot of cucumber caused by *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-cucumerinum* f.sp.nov. *Plant Disease*, **80** (3): 313-316.
- VAKALOUNAKIS, D. J., DOULLIS, A. G., KLIRONOMOU, E. 2005. Characterization of *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-cucumerinum* attacking melon under natural conditions in Greece. *Plant Pathology*, **54** (3): 339-346.
- VAKALOUNAKIS, D. J., FRAGKIADAKIS, G. A. 1999. Genetic diversity of *Fusarium oxysporum* isolates from Cucumber: Differentiation by pathogenicity, vegetative compatibility, and RAPD fingerprinting. *Phytopathology*, **89**: 161-168.
- VAKALOUNAKIS, D. J., WANG, Z., FRAGKIADAKIS, G. A., SKARACIS, G. N., LI, D. B. 2004. Characterization of *Fusarium oxysporum* isolates obtained from cucumber in China by pathogenicity, VCG, and RAPD. *Plant Disease*, **88** (6): 645-649.

(Recepción: 21 abril 2006)

(Aceptación: 18 mayo 2006)



## Necrosis del tomate: “torrao” o “cribado”

A. ALFARO FERNÁNDEZ, M. C. CÓRDOBA SELLÉS, M. C. CEBRIÁN MICÓ, I. FONT, M. JUÁREZ, V. MEDINA, A. LACASA, J. A. SÁNCHEZ NAVARRO, V. PALLÁS, C. JORDÁ GUTIÉRREZ

Desde la primavera de 2001, viene presentándose en España una nueva enfermedad conocida con el nombre de “torrao” o “cribado”. Los síntomas que habitualmente presentan las plantas afectadas son una necrosis en la parte basal del foliolo que evoluciona a cribado, en los peciolos aparecen manchas longitudinales en ocasiones endurecidas que llegan a curvar los foliolos, y los frutos manifiestan manchas necróticas, deformaciones que finalmente lo rajan, quedando comercialmente inviables. Muestreos realizados desde su aparición han determinado la mayor incidencia de la enfermedad en la zona de Murcia, seguido de Canarias y en menor proporción Almería, y Alicante. Los resultados de los análisis realizados a las 369 muestras recogidas determinan que el 67% de las muestras analizadas eran positivas a *Pepino mosaic virus* (PepMV). En los ensayos de transmisión, únicamente mediante el injerto, se consiguió reproducir los síntomas de la enfermedad en dos casos, en el resto las plantas inoculadas e injertadas únicamente mostraban síntomas típicos de PepMV y los análisis realizados confirmaron este aspecto. A la vista de los resultados obtenidos, se diseñó un nuevo método de diagnóstico que ha permitido la caracterización del 89% de las muestras analizadas como aislado Chileno 2 de PepMV, recientemente publicado en el Gen Bank (Accesión number: DQ000985). De acuerdo con lo expuesto podría tratarse de uno de los agentes implicados en el desarrollo del síndrome junto con otros factores aún por determinar.

A. ALFARO FERNÁNDEZ, M. C. CÓRDOBA SELLÉS, M. C. CEBRIÁN MICÓ, I. FONT, C. JORDÁ GUTIÉRREZ. Instituto Agroforestal Mediterráneo- Virología Vegetal. Universidad Politécnica de Valencia. Camino de Vera s/n. 46022 Valencia. (mjordaj@eaf.upv.es)

M. JUÁREZ. Universidad Miguel Hernández. Orihuela. Alicante.

V. MEDINA. Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agraria. Lleida.

A. LACASA. Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agrario y Alimentario. La Alberca, Murcia.

J. A. SÁNCHEZ NAVARRO, V. PALLÁS. Instituto de Biología Molecular y Celular de Plantas. Universidad Politécnica de Valencia-CSIC.

**Palabras clave:** *Pepino mosaic virus*, microscopía electrónica, diagnóstico, virosis, serología, RT-PCR.

## INTRODUCCIÓN

En la primavera del año 2001 se detecta en invernaderos de tomate de Murcia una nueva sintomatología no observada anteriormente en la zona. Esta sintomatología se denominó “cribado” o “torrao” del tomate, nombre que hace referencia al aspecto quemado que adquieren las plantas afectadas. Las prospecciones realizadas desde su apari-

ción en la Región de Murcia han determinado la naturaleza estacional de la enfermedad, ya que sólo se presenta en primavera y otoño, mostrando su mayor agresividad a mitad de dichas estaciones, aunque esto puede variar en función de la campaña (JORDÁ *et al.*, 2003). Desde su primera detección, el “torrao” ha ido apareciendo en diferentes zonas productoras de tomate de nuestro país.



Figura 1. Síntomas de “torrao” observados en plantas afectadas. a. Amarillo y necrosis en la zona basal de los foliolos. b. Cribado de las lesiones necróticas de la base del foliolo. c. Manchas internerviales de color negro que avanzan hacia la zona apical del foliolo. d. Arabescos necróticos. e. Aspecto general de una planta afectada por “torrao”. f. Manchas longitudinales endurecidas en los peciolo que se asemejan a “costuras”. g. Manchas negras longitudinales no endurecidas en los peciolo que forman “chorreras”.

Los primeros síntomas de la enfermedad aparecen en las nuevas brotaciones. En las hojas, puede observarse un amarilleo en la zona basal de los folíolos y junto al nervio central que posteriormente se necrosa (Figura 1a). Estas lesiones necróticas presentan una típica coloración marrón que evoluciona a “cribado” (Figura 1b). Otro de los síntomas observados en las hojas es la aparición de manchas necróticas internerviales de color negro en la base del folíolo, que van avanzando hacia la zona apical (Figura 1c), pudiendo formar arabescos (Figura 1d). En este caso las manchas necróticas negras no evolucionan, y los folíolos no presentan el típico “cribado”, aunque la apariencia general de la planta enferma es similar al caso anterior, tiene un aspecto “quemado” o “torrao” (Figura 1e).

En los pecíolos, pedúnculos y tallos también se observa una manifestación variable de los síntomas, presentándose unas manchas longitudinales de color pardo, endurecidas que se asemejan a “costuras” (Figura 1f). Estas “costuras” ejercen una tensión tal en los tejidos que desemboca en el retorcimiento en espiral de la hoja. En algunos casos, los pecíolos presentan manchas longitudinales no endurecidas de color negro que forman “chorreras” (Figura 1g). Los síntomas descritos, tanto en hojas como en tallos y pecíolos, pueden aparecer juntos, presentándose en la misma planta, o separados, detectándose plantas aisladas con una u otra manifestación.

Las flores de plantas afectadas por “torrao” pueden presentar también necrosis y caer (JORDÁ *et al.*, 2003). No obstante, es más habitual observar la afección en los frutos recién cuajados o frutos verdes de menos de 5 cm de diámetro, mostrando manchas marrones o negras, pudiendo ser lineales o circulares (Figura 2a), que presentan aspecto de “costura”. A medida que el fruto engorda las lesiones se hacen más evidentes, y la tensión ejercida en el fruto termina por rajarlo (Figura 2b). Generalmente son los frutos verdes los que suelen verse en los invernaderos con la citada sintomatología, pero si las

plantas afectadas no son eliminadas, aparecen frutos maduros totalmente rajados, deformados y con necrosis (Figura 2c). En cualquier caso, estos frutos son comercialmente inviables.

Cuando el “torrao” o “cribado” aparece en los primeros estados de desarrollo, las plantas presentan porte reducido, frutos pequeños y cosecha escasa. En ocasiones, cuando se producen ataques poco severos o



Figura 2. Síntomas observados en frutos de plantas afectadas por “torrao”. a. “Costuras” en fruto verde. b. Frutos verdes rajados. c. Frutos maduros rajados, deformados y con necrosis.

las condiciones no son las adecuadas para el desarrollo del “torrao” la planta continúa su desarrollo, emitiendo nuevas hojas y manteniendo como único síntoma patente el cribado en hojas más viejas (JORDÁ *et al.*, 2003).

El “torrao” en campo puede aparecer en infecciones mixtas con otros virus que afectan habitualmente al cultivo del tomate como son *Tomato yellow leaf curl virus* (TYLCV), *Tomato mosaic virus* (ToMV), *Tomato spotted wilt virus* (TSWV), *Tomato chlorosis virus* (ToCV) y el *Potato virus Y* (PVY). En estos casos los síntomas se acentúan. Los síntomas típicos del “torrao” siempre se ven asociados con la sintomatología típica del *Pepino mosaic virus* (PepMV), virosis muy extendida por las zonas productoras de tomate de nuestro país desde 1998 (JORDÁ *et al.*, 2001). Las plantas afectadas manifiestan los síntomas anteriormente descritos junto con abullonado, filiformismo, rizado y mosaicos típicos del PepMV.

Los primeros estudios realizados en la detección del agente causal de la enfermedad descrita apuntaron a la posible implicación de *Parietaria mottle virus* (ARAMBURU y ARIÑO, 2003), Ilarvirus de partículas isométricas que produce una sintomatología similar a la típica de “torrao”. Este virus provoca, en las plantas de tomate afectadas, la aparición de manchas necróticas internerviales y anillos en las hojas del brote. Los tallos muestran un mosaico que progresa a necrosis, observándose en la superficie de los frutos manchas marrones y anillos acorchados. Posteriormente, una comunicación presentada en el Tomato Working Group Meeting XV (Bari, Septiembre 2005) señaló que el agente causal de esta enfermedad es un nuevo virus, proponiéndose para éste la denominación “*Tomato torrado virus*” (ToTV), compuesto por partículas esféricas de aproximadamente 28 nm de diámetro similar a las de los miembros de la familia Comoviridae y Sequiviridae (VERBEEK *et al.*, 2005).

La disparidad de criterios junto con otras observaciones realizadas, han determinado el planteamiento de este trabajo, donde se recogen los estudios preliminares realizados

para establecer el posible agente causal de la sintomatología descrita como “torrao” o “cribado”.

## MATERIAL Y MÉTODOS

### Muestreos realizados

Desde su primera aparición en el año 2001, se han venido realizando muestreos en los invernaderos y campos afectados de diferentes zonas productoras de tomate de España, recogiendo también otras muestras que presentaban diferentes tipos de necrosis y sintomatologías similares al “torrao”. El número de muestras recogidas, el año de muestreo y su procedencia se recogen en el Cuadro 1.

### Evaluación de la incidencia viral

#### Análisis serológicos

Las muestras recogidas fueron analizadas por técnica serológica DAS-ELISA utilizándose extractos de hojas y/o frutos de dichas

Cuadro 1. Año de muestreo, número y procedencia del total de muestras recogidas con síntomas de “torrao” y otras muestras con sintomatología similar.

| Año                         | Procedencia | Nº muestras | Total/año  |
|-----------------------------|-------------|-------------|------------|
| 2001                        | Murcia      | 28          | 32         |
|                             | Alicante    | 1           |            |
|                             | Mallorca    | 3           |            |
| 2002                        | Murcia      | 19          | 24         |
|                             | Alicante    | 3           |            |
|                             | Vizcaya     | 2           |            |
| 2003                        | Murcia      | 27          | 34         |
|                             | Canarias    | 7           |            |
| 2004                        | Murcia      | 6           | 19         |
|                             | Almería     | 2           |            |
|                             | Canarias    | 9           |            |
|                             | Tarragona   | 2           |            |
| 2005                        | Murcia      | 98          | 110        |
|                             | Canarias    | 10          |            |
|                             | Valencia    | 2           |            |
| 2006                        | Canarias    | 17          | 150        |
|                             | Murcia      | 133         |            |
| <b>Nº total de muestras</b> |             |             | <b>369</b> |

Cuadro 2. Antisueros específicos empleados para todos los virus considerados en los análisis y casas comerciales a las que pertenecen.

| Casa comercial del antisuero   | Entidad viral analizada                     |
|--|---|
| Loewe Biochemica.<br>Sauerlach, Germany  | <i>Tomato spotted wilt</i> (TSWV)           |
|  | <i>Potato virus Y</i> (PVY)                 |
|  | <i>Tomato bushy stunt virus</i> (TBSV)      |
|  | <i>Potato virus X</i> (PVX)                 |
|  | <i>Tomato mosaic virus</i> (ToMV)           |
|  | <i>Tobacco necrosis virus</i> (TNV)         |
|  | TNV+ satélite                               |
|  | <i>Tomato chlorotic spot virus</i> (TCSV)   |
|  | <i>Groundnut ringspot virus</i> (GRSV)      |
|  | <i>Broad bean wilt virus- 1</i> (BBWV-1)    |
| Bio-rad Phyto-Diagnostics.<br>Marnes- La Coquette, France                                | <i>Tobacco streak virus</i> (TSV)           |
|  | Potyvirus-General                           |
|  | <i>Cucumber mosaic virus</i> (CMV)          |
|  | <i>Alfalfa mosaic virus</i> (AMV)           |
|  | <i>Tomato blackring virus</i> (TBRV)        |
|  | <i>Tobacco mosaic virus</i> (TMV)           |
|  | <i>Tomato ring spot virus</i> (ToRSV)       |
| DSMZ Deutsche Sammlung von<br>mikroorganismen und Zellkulturen.<br>Braunschweig, Germany | <i>Pepino mosaic virus</i> (PepMV)          |
|  | <i>Pelargonium zonate spot virus</i> (PZSV) |
|  | <i>Pepper mottle virus</i> (PepMoV)         |
| Adgen Phytodiagnosics.<br>Auchincruive, United Kingdom                                   | <i>Potato virus Y- raza N</i> (PVYN)        |
|  | <i>Potato virus Y- raza 0</i> (PVYO)        |

plantas frente a los antisueros específicos para los virus que están recogidos en el Cuadro 2, con el fin de descartar la implicación de las virosis conocidas que atacan al tomate. En todos los casos, se siguieron los protocolos indicados por las propias casas comerciales, utilizando como testigo negativo tejido de tomate sano y como positivo extractos foliares de plantas infectadas por los diferentes virus analizados.

### Análisis moleculares

Las muestras recogidas se analizaron mediante distintas técnicas moleculares (PCR, Nested-PCR, RT-PCR e hibridación molecular), tras realizar la pertinente extracción de ácidos nucleicos. Los extractos de RNA se obtuvieron empleando el kit de extracción RNAwiz (Ambion catalog. nº 9736). En los casos en los que se analizaron

virus cuyo material genético está compuesto por DNA, la extracción de éste se realizó con el kit EZNA Plant DNA Miniprep kit (Omega Bio-tek).

El análisis por PCR de Begomovirus y TYLCV se llevó a cabo según el método descrito por MARTÍNEZ-CULEBRAS *et al.* (2001). Para descartar la presencia de fitoplasmas las muestras se analizaron mediante Nested-PCR con cebadores universales de la forma descrita por LEE *et al.* (1993). Se aplicó la técnica RT-PCR para la detección en un paso de PepMV, *Tomato chlorosis virus*, *Tomato infectious chlorosis virus* (TICV), *Alfalfa mosaic virus* (AMV), *Parietaria mottle virus* (PMoV) y *Bean yellow disorder virus* (BnYDV) usando cebadores específicos para cada uno de ellos: PepMV (PAGAN *et al.*, 2006), TICV (VAIRA *et al.*, 2002), ToCV (LOURO *et al.*, 2000), AMV (MARTÍ-

NEZ-PRIEGO *et al.*, 2004), PMoV (JANSSEN *et al.*, 2005) y BnYDV (SEGUNDO *et al.*, 2004). Se buscó descartar la presencia de cualquier virosis de los géneros Potexvirus, Potyvirus, Ilarvirus y Luteovirus mediante el análisis de las muestras por RT-PCR en dos pasos con cebadores degenerados para Potexvirus (MARTÍNEZ-CULEBRAS *et al.*, 2002), Potyvirus (MARTÍNEZ-PRIEGO *et al.*, 2002), Ilarvirus (análisis realizados en el laboratorio del Dr. Pallás) y Luteovirus, Tospovirus y TSWV (análisis diseñados en el Laboratorio de Referencia de Virus y todavía en fase de experimentación, no publicados). Todos los productos amplificados fueron separados por electroforesis en gel de agarosa al 1,5% en TAE 1X y teñidos con bromuro de etidio. El tamaño del fragmento obtenido se estableció por comparación con un marcador de pesos moleculares conocidos GeneRuler™ 100 bp DNA Ladder Plus (Invitrogen Life Technologies, Barcelona, España). Las muestras se analizaron posteriormente mediante hibridación molecular no radioactiva con digoxigenina con sonda específica de PMoV suministrada por el Dr. Pallás (GALIPIENSO *et al.*, 2005).

### **Microscopía electrónica de transmisión (M.E.T)**

Se seleccionaron 23 muestras que presentaban distinto grado de agresividad en la sintomatología, para su observación al microscopio electrónico de transmisión. Para ello, se hicieron preparaciones del extracto fresco de las muestras mediante su tinción con la sal sódica del ácido fosfotúngstico al 2% pH: 7,2 y 6,5, realizándose asimismo preparaciones con extractos pre-purificados de material infectado. Se procedió a la inclusión en resinas de 35 muestras que presentaban síntomas típicos de torrao procedentes de las diferentes zonas afectadas, cortándose con ultramicrotomo y observándose mediante M.E.T. con el fin de identificar posibles inclusiones virales típicas de alguno de los virus anteriormente citados, detectar la presencia de partículas virales y los cambios citológicos en el tejido infectado.

## **Ensayos de transmisión**

### **Inoculación mecánica artificial**

Al comienzo de la primavera del 2001, se llevó a cabo la inoculación mecánica de plantas de tomate sanas con material vegetal procedente de las primeras plantas que mostraron los síntomas de la enfermedad objeto de este estudio recogidas en Murcia. Previamente, se efectuó el análisis serológico de las muestras a inocular, eliminándose aquel material vegetal que presentaba infección con alguna de las virosis descritas hasta ese momento en los campos de producción de tomate.

Ante los resultados obtenidos en esta transmisión previa, se realizaron distintos ensayos de inoculación mecánica. Para ello, se seleccionaron muestras que presentaban los síntomas típicos de "torrao" descritos anteriormente, analizándose asimismo el material a utilizar en la transmisión para descartar la presencia de cualquier otra entidad que interfiriera con el objetivo marcado de demostrar la transmisibilidad del posible agente causal de este síndrome.

Las muestras seleccionadas para realizar la transmisión mecánica a partir del homogeneizado de hoja fresca y sus características quedan recogidas en el Cuadro 3. Asimismo se realizó una purificación parcial de los aislados 7826, 7827, 8493, 9023 (Cuadro 4) y se procedió a su inoculación mecánica artificial.

En los distintos ensayos de transmisión se variaron las condiciones de la inoculación (momento del ciclo vegetativo, estado de desarrollo de la planta, técnica de inoculación, tampón de inoculación, pH, etc...) para determinar cuáles eran las que permitían la reproducción del síndrome. Las plantas inoculadas se mantuvieron bajo condiciones ambientales controladas en invernadero o en fitotrón.

La variedad de tomate seleccionada para la realización de la transmisión mecánica artificial fue Marmande, excepto en el último ensayo, en el que se utilizó la variedad Boludo por observar en campo una mayor sensibilidad a la manifestación del síntoma de "torrao". La inoculación mecánica se realizó por frotación con el abrasivo Carborun-

Cuadro 3. Características de los aislados originales empleados en los ensayos de transmisión mediante inoculación mecánica del extracto fresco de hoja, número de plantas inoculadas con cada aislado, síntomas observados en las plantas inoculadas y resultados obtenidos en el análisis a PepMV.

| Nº aislado | Muestras originales   |                    | Nº plantas inoculadas | Plantas inoculadas  |                    |
|------------|---|--------------------|-----------------------|---|--------------------|
|            | Síntomas originales   | Resultados a PepMV |                       | Síntomas en las plantas inoculadas  | Resultados a PepMV |
| 8413       | "Torrao", amarilleo y abullonado  | -                  | 3                     | Asintomática  | -                  |
| 8414       | "Torrao". Abullonado  | -                  | 3                     | Asintomática  | -                  |
| 8597*      | Mosaico verde claro-verde oscuro  | +                  | 8                     | Mosaico verde claro-oscuro. Evolución a mancha aislada.                       | +                  |
| 8599       | "Torrao", costuras, abullonado y mosaico  | +                  | 11                    | Fuerte abullonado y filiformismo  | +                  |
| 8941       | Abullonado. "Torrao". Inicio de apuntamiento  | +                  | 2                     | Ligero abullonado e inicio de apuntamiento                                    | +                  |
| 8942       | Mosaico dorado, mosaico en cáliz y tallo. Fruto verde con manchas verde oscuro. Amarilleo en la base del foliolo y clorótico en el ápice. | +                  | 2                     | Amarilleo internervial, abullonado y deformación. Mancha amarilla aislada (1) | +                  |
| 8965*      | Mancha amarilla aislada y mosaico   | +                  | 3                     | Fuerte abullonado y rizado  | +                  |
| 8975       | "Torrao" con cribado, amarilleo internervial y abullonado   | +                  | 2                     | Fuerte abullonado   | +                  |
| 8980       | Abullonado y "torrao"   | + <sup>1</sup>     | 3                     | Asintomáticas (2)<br>Apuntamiento de foliolos (1)                             | + <sup>1</sup>     |
| 9003       | Abullonado, apuntamiento, "torrao", arabesco, cribado, amarilleo internervial   | +                  | 2                     | Fuerte abullonado y nervios marcados  | +                  |
| 9052       | "Torrao"  | -                  | 3                     | Abullonado e inicio de rizado   | + <sup>1</sup>     |
| 9053       | "Torrao"  | +                  | 3                     | Abullonado y apuntamiento de los foliolos                                     | + <sup>1</sup>     |
| 9054       | "Torrao"  | +                  | 3                     | Abullonado y apuntamiento de los foliolos                                     | +                  |
| 9055       | "Torrao"  | +                  | 4                     | Abullonado y apuntamiento de los foliolos. Mancha aislada.                    | +                  |

\*: Aislado que presentaba en campo síntomas exclusivamente de PepMV.

<sup>1</sup>: Análisis negativo mediante serología. Análisis positivo a RT-PCR con los cebadores específicos de PepMV. (1), (2): Nº plantas afectadas con el síndrome descrito.

dum (tamaño de partícula 0,013 mm) e inoculación con el homogeneizado de hoja fresca de material infectado o del purificado. Se observó la evolución de los síntomas durante 60 días, testándose a los 15 días de la inoculación serológicamente y por RT-PCR según se creyó conveniente al observar la sintomatología obtenida.

### Transmisión por injerto

Al comienzo de la aparición de la enfermedad se realizaron dos ensayos previos de transmisión mediante injerto con el fin de mantener el material para proseguir el estudio y para comprobar la posible existencia de un agente fitopatógeno. En dichos ensayos se injertaron dieciséis y veinte plantas

**Cuadro 4. Características de los aislados originales purificados, número de plantas inoculadas con los purificados virales obtenidos, sintomatología observada en las plantas inoculadas y resultados de los análisis a PepMV.**

| Nº aislado | Muestras originales   |                    | Nº plantas inoculadas | Plantas inoculadas   |                    |
|------------|---|--------------------|-----------------------|--|--------------------|
|            | Síntomas originales   | Resultados a PepMV |                       | Síntomas en las plantas inoculadas   | Resultados a PepMV |
| 7826       | Abullonado, amarilleo "torrao", cicatrices en foliolos y cribado  | -                  | 12                    | Amarilleo, abullonado, apuntamiento y curvamiento de los foliolos. Asintomáticas (2)   | +                  |
| 7827       | Abullonado, amarilleo, "torrao", cicatrices en foliolos y cribado                                       | + <sup>1</sup>     | 12                    | Mosaico verde claro-verde oscuro, amarilleo basal y apuntamiento de foliolos. Abullonado. Inicio de curvamiento de foliolos. Asintomáticas (2) | +                  |
| 8943       | "Torrao con cribado, Abullonado. Mosaico amarillo internerval. Curvamiento foliolos. Costuras en tallo. | +                  | 5                     | Apuntamiento de foliolos y abullonado. Asintomática (1)  | +                  |
| 9023       | "Torrao"  | +                  | 5                     | Rizado, abullonado y apuntamiento de foliolos. Enanismo (1).   | +                  |

<sup>1</sup>: Análisis negativo mediante serología. Análisis positivo a RT-PCR con los cebadores de Potexvirus, secuencia obtenida de PepMV, 97% homología con aislado Ch2.

(1), (2): Nº plantas afectadas con el síndrome descrito.

respectivamente. Se seleccionaron plantas con síntomas típicos de "torrao" y se analizaron las muestras seleccionadas para descartar la presencia de cualquier otro agente. El injerto del material afectado se realizó por escudete.

Posteriormente, debido a la baja eficiencia obtenida en los ensayos anteriores, se realizaron otros dos ensayos partiendo de material afectado procedente de campo como en el caso anterior pero introduciendo cambios en el procedimiento. Se seleccionaron 14 muestras de tomate con síntomas típicos de "torrao", 11 procedentes de Cañada del Gallego-Mazarrón (Murcia) recogidas en mayo de 2005 (ensayo 1) y 3 recogidas en Calnegre-Mazarrón (Murcia) recogidas en junio de 2006 (ensayo 2), analizándolas previamente a realizar el injerto. El modo de injerto empleado fue el mismo que en el caso anterior. Las plantas injertadas en el ensayo 1 se mantuvieron en el fitotrón en condiciones controladas de humedad y temperatura (20°C/24°C, noche/día) y las del ensayo 2 se mantuvieron en invernadero. Las caracterís-

ticas de las muestras originales se recogen en el Cuadro 5. Se observó la evolución de las plantas injertadas y se procedió a realizar los análisis pertinentes.

## RESULTADOS

### Evaluación de la incidencia viral, variedades afectadas y distribución geográfica del síndrome

Desde que apareció la enfermedad hace ya seis años, se han recogido 369 muestras que presentaban la sintomatología descrita en este trabajo. De las muestras recogidas el 84%, procedían de Murcia, mientras que el 12% aproximadamente correspondían a muestreos en las Islas Canarias, zonas donde la incidencia ha sido más notable. Las muestras recogidas en la mitad norte del país (Vizcaya, Tarragona y Valencia) presentaban una necrosis en los foliolos, que se podría confundir con los típicos síntomas de "torrao" como puede observarse en la (Figura 3a y 3b), sin embargo los resultados de su diagnóstico diferían de las muestras recogidas en

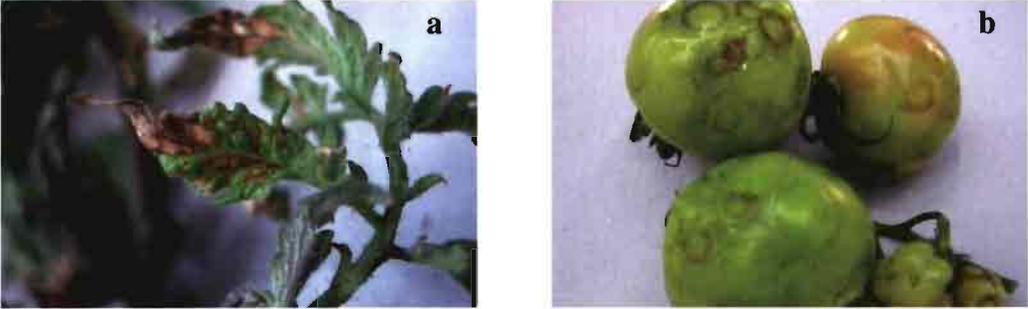


Figura 3. Síntomas observados en plantas infectadas por PMoV. a. Áreas necróticas en los foliolos típicos de PMoV. b. Círculos necróticos en fruto verde causados por PMoV.

las otras zonas muestreadas. Hay que puntualizar que las 3 muestras de “torrao” recogidas en Mallorca, procedían de un semillero de Murcia. Según nuestros datos, la sintomatología típica del síndrome conocido como “torrao” o “cribado” ha sido detectada en Murcia, Almería, Alicante, Tenerife, Gran Canaria y Mallorca.

En general se puede afirmar que todas las variedades de tomate cultivadas en la actualidad se ven afectadas en mayor o menor grado por el “torrao”. Se observaron diferencias en el comportamiento de las diferentes variedades en cuanto a la agresividad y momento de aparición de los síntomas de “torrao”, sin embargo parece apreciarse una menor sensibilidad en algunas variedades resistentes a otras virosis, aunque esta apreciación requiere un mayor estudio al respecto. Las variedades más sensibles presentan tempranamente síntomas tanto en hoja como en frutos todavía verdes.

La distribución de las plantas afectadas en el interior de los invernaderos suele presentarse en focos localizados generalmente en las líneas cercanas a las puertas, así como en las zonas cercanas al pasillo central, aunque en las filas centrales del invernadero y en la parte intermedia de las filas, también se presentan plantas afectadas. El número de plantas afectadas va incrementándose con el paso del tiempo. Según testimonios de los propios productores y estudios llevados a cabo por uno de los autores de este artículo, se obser-

va una clara relación entre la incidencia de la enfermedad y presencia de *Trialeurodes vaporariorum* Westwood en campo.

### Resultados de los análisis realizados a las muestras recogidas

#### Análisis serológicos

Los resultados serológicos de todas las muestras recogidas de campo a lo largo de los diferentes años se sintetizan en la Figura 4. De todas las virosis analizadas, la que presentó un mayor número de resultados positivos fue el *Pepino mosaic virus*, donde un 60% de las muestras analizadas fueron positivas (Figura 4). El 11% de los casos analizados a TSWV resultaron positivos, así como el 6% de los análisis realizados a PVY. Debemos indicar que los resultados positivos obtenidos en los análisis de TSV y el TNV + satélite dieron una señal muy débil, por lo que no fueron considerados como resultados fiables, pudiendo tratarse de falsos positivos por una escasa sensibilidad del suero utilizado o ruido de fondo del experimento.

Hay que indicar que los análisis serológicos iban dirigidos por la sintomatología presentada; se recogieron diferentes tipos de necrosis, pero alguna de ellas entraba en el estudio sospechosa de ser portadora de otros agentes virales que desarrollan también síntomas de necrosis, como es el caso de PVY, AMV, PVX o el propio TSWV. En otros casos, se analizaron virosis que han sido descritas en otros países como productoras de

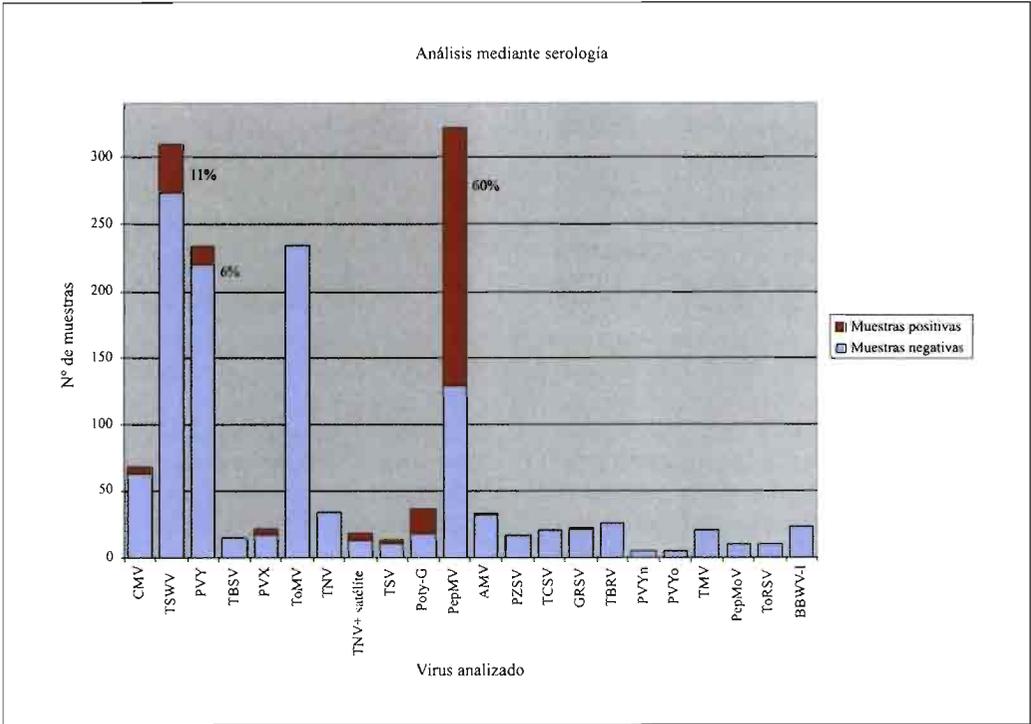


Figura 4. Número de positivos y negativos del total de muestras analizadas para cada una de las virosis estudiadas mediante análisis por serología.

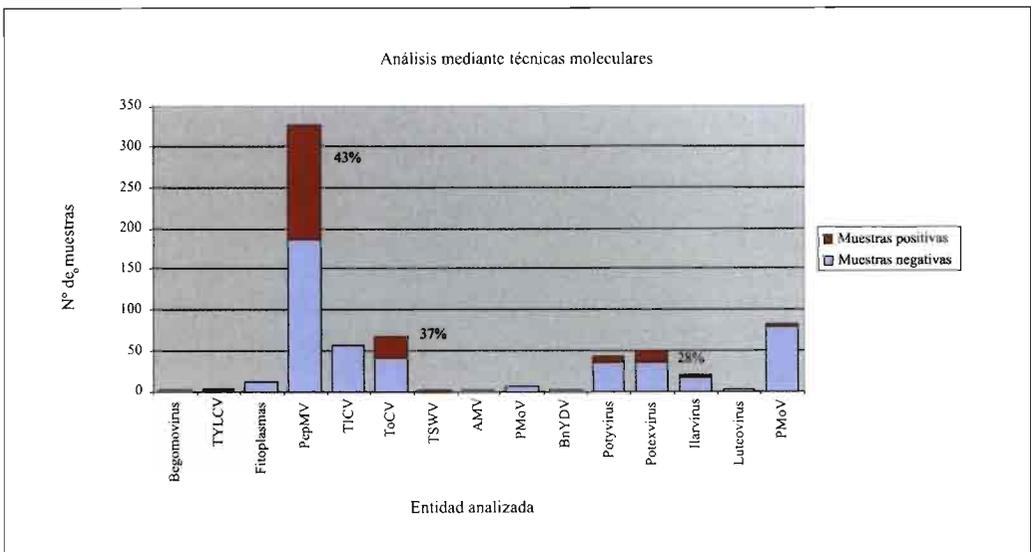


Figura 5. Número de positivos y negativos del total de muestras analizadas para cada una de las entidades estudiadas mediante análisis por técnicas moleculares.

necrosis en tomate como es el caso de PZSV, descrito en Italia (GALLITELLI, 1982).

### Análisis moleculares

Los resultados de los distintos análisis moleculares se resumen en la Figura 5. Los análisis realizados mediante RT-PCR con los cebadores específicos de PepMV resultaron positivos en el 43% de los 322 casos analizados, estando presente también el ToCV en el 37% de las 68 muestras analizadas a este virus (Figura 5).

El *Pepino mosaic virus* se analizó en algunas muestras, como se ha explicado anteriormente, mediante distintas técnicas de análisis: serología, RT-PCR con cebadores espe-

cíficos y mediante RT-PCR en dos pasos con cebadores degenerados de Potexvirus. En aquellas muestras a las que se realizó más de un análisis para la detección de esta entidad, normalmente los resultados fueron coincidentes, pero en algunos casos por ejemplo, en muestras que por serología habían resultado negativas, el análisis mediante RT-PCR con cebadores específicos de PepMV resultó positivo, debido lógicamente a la mayor sensibilidad de la técnica molecular. En determinados casos, hubo que recurrir a la RT-PCR con cebadores degenerados del género Potexvirus y posterior secuenciación para determinar la presencia de este virus. Haciendo un recuento total del número de

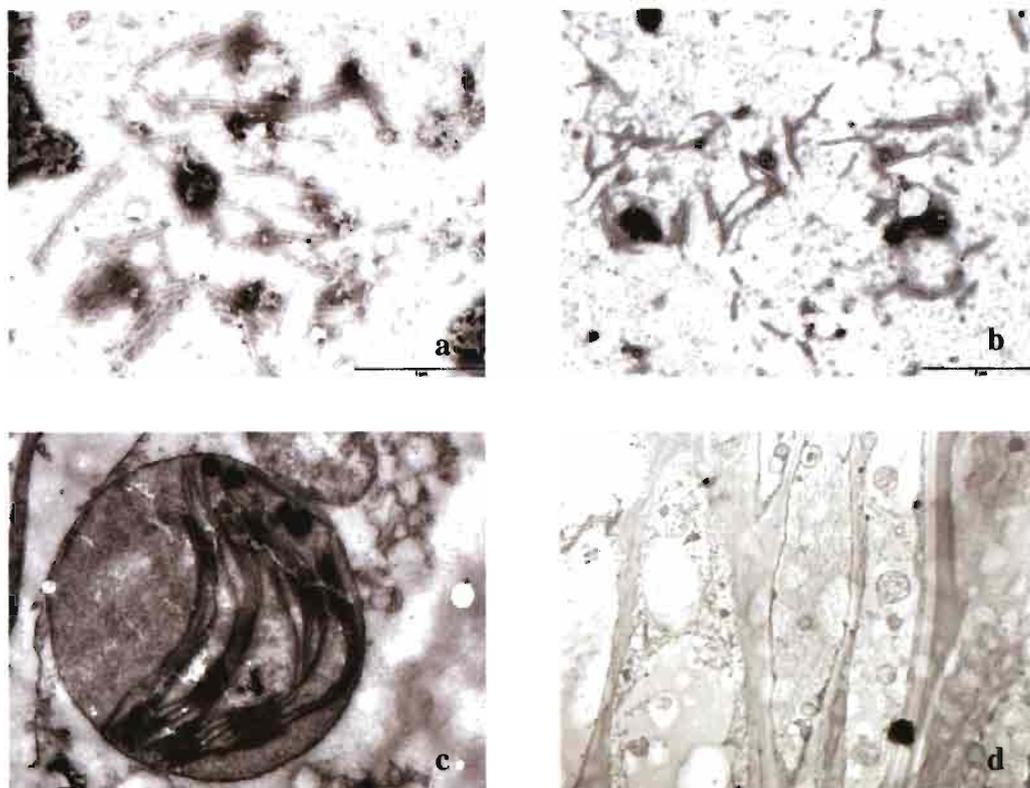


Figura 6: Observaciones del extracto directo de hoja y de cortes de inclusiones en resina mediante M.E.T.  
 a. Varillas agregadas y degradadas observadas en la preparación del extracto fresco de muestras afectadas por "torrao".  
 b. Partículas virales típicas de PepMV y ToCV en la preparación del extracto fresco de muestras afectadas por estos virus. c. Cloroplasto totalmente hinchado y deformado perteneciente al tejido de una planta afectada por "torrao". d. Inclusiones de partículas flexuosas típicas de los Potexvirus.

muestras positivas al PepMV, independientemente del análisis realizado, se obtuvieron 228 muestras positivas de un total de 339 muestras analizadas, es decir, más de un 67% de las muestras analizadas a este virus resultó positivo al análisis.

Los análisis de PMoV sólo resultaron positivos en cuatro muestras que procedían de Vizcaya, Valencia y Tarragona, y que como hemos señalado anteriormente mostraban una sintomatología similar, pero no idéntica a la del resto de muestras de otras procedencias.

### **Microscopía electrónica de transmisión (M.E.T)**

Los extractos de hoja fresca con síntomas típicos de "torrao" o "cribado" con diferentes grados de agresividad observados mediante M.E.T, mostraron la presencia de partículas en forma de varillas alargadas y rígidas que se agregaban entre ellas, apareciendo en grupos en toda la preparación. En la Figura 6a pueden observarse dichas estructuras en comparación con las partículas que presentan extractos de hoja infectadas con PepMV y ToCV de otra preparación (Figura 6b). La observación del purificado viral mediante M.E.T, puso de manifiesto la presencia de las mismas estructuras agregadas que aparecían en el extracto de tejido fresco, pero en mayor cantidad y agregación.

En las inclusiones realizadas con las muestras infectadas no se observaron dichas estructuras agregadas, y uno de los cambios ultraestructurales más evidentes fue la deformación total de los cloroplastos que se hinchaban totalmente (Figura 6c), llegando a estallar. En algunos casos se observaron los vasos llenos de partículas flexuosas y en el citoplasma inclusiones de partículas flexuosas típicas de los Potexvirus (Figura 6d). En ninguno de los casos, se observaron partículas esféricas o inclusiones que hicieran sospechar la presencia de otro tipo de agentes. Hay que recordar que el material con el que se realizaron los estudios de microscopía electrónica previamente había sido analizado para asegurar que no era portador de otras virosis.

### **Ensayos de transmisión**

#### **Inoculación mecánica artificial**

En los ensayos previos únicamente se consiguió obtener síntomas típicos de PepMV en las plantas inoculadas, por lo que se pensó que procedía de la planta original, aunque en el análisis previo había resultado negativo.

En los ensayos posteriores las plantas inoculadas con extractos crudos de los aislados nº 8413 y 8414 no mostraron ninguna sintomatología y al ser analizadas por ELISA a PepMV resultaron negativas (Cuadro 3). Sin embargo, el resto de aislados inoculados sí mostraron sintomatologías concretas que están descritas en el Cuadro 3, así como los resultados de los análisis realizados mediante serología. Las plantas inoculadas presentan típicos síntomas de PepMV como filiformismo en distintos grados, abullonado y rizado. Algunas plantas inoculadas con los aislados nº 8942 y 9055, mostraron mancha amarilla aislada. No se consiguió reproducir los síntomas de "torrao" en ninguna planta inoculada, pero sí aparecieron síntomas no presentes en las plantas originales como el caso de mancha aislada en las plantas inoculadas con la muestra nº 9055. En las plantas inoculadas con un aislado original con síntomas exclusivamente de PepMV (nº 8965) el aspecto general de las plantas inoculadas era similar al de otras inoculadas con aislados con los síntomas típicos de "torrao" (nº 8975).

Las plantas que habían sido inoculadas con el aislado nº 8599, que presentaba síntomas de "torrao" originariamente (Cuadro 3), manifestaron un abullonado y filiformismo muy marcado, ya visible a los 15 días después de la inoculación (ddi). Las plantas inoculadas con el aislado nº 8597, que mostraba originalmente síntomas exclusivamente de PepMV (Cuadro 3), a los 15 ddi mostraron un mosaico muy fuerte verde claro-oscuro, similar al de la planta original. Las plantas inoculadas con estos dos aislados se reubicaron en el invernadero para que recibieran mayor iluminación. Días más tarde (45 ddi) se observó en las plantas inoculadas con el

aislado nº 8597 la aparición de mancha amarilla aislada además del mosaico que ya presentaba. Las plantas inoculadas con el aislado 8599, mantuvieron los síntomas descritos anteriormente.

Las plantas inoculadas con los purificados virales de los aislados nº 7826 y 7827 comenzaron a manifestar algunos síntomas (Cuadro 4) al mes de ser inoculadas. Las plantas mostraban amarillosos, en algunos casos, otras abullonados, e incluso en algunas se observaba un curvamiento del foliolo hacia el envés. Los síntomas evolucionaron haciéndose más intensos y, en determinadas plantas, generando un mosaico internervial de distinta intensidad en las diferentes plantas, y clareado de venas que recordaban a los síntomas de PepMV. En ningún caso se consiguió reproducir los síntomas de "torrao". En cambio, las plantas inoculadas con los purificados virales de los aislados nº 8943 y nº 9023 ya a los 15 ddi mostraban síntomas característicos, recogidos en el Cuadro 4. El aislado nº 9023, presentaba síntomas más agresivos de apuntamiento y abullonado que el nº 8943.

En todos los casos, los análisis mediante serología a PepMV resultaron positivos a excepción de los aislados nº 8413 y nº 8414 indicados anteriormente.



Figura 7: Necrosis del foliolo observada en la planta injertada con el aislado nº 8976 (flecha).

### Ensayos de transmisión por injerto

En los ensayos previos de transmisión por injerto, se obtuvo una sola transmisión en el lote de las dieciséis plantas injertadas, manifestándose el síntoma típico de "torrao", pero fue tan agresivo que la planta murió a los pocos días. En el lote de las veinte plantas injertadas no se obtuvo la necrosis buscada, apareciendo únicamente síntomas típicos de PepMV a pesar de que se partió de material vegetal cuyo análisis por técnicas moleculares resultó negativo a dicho virus.

En las plantas injertadas con material infectado con "torrao" procedente de Cañada del Gallego (Murcia) únicamente se observó en tres de las plantas injertadas un curvamiento en espiral del foliolo (Cuadro 5). Se realizaron análisis para descartar la implicación del PepMV y sólo tres de las muestras resultaron positivas. Los resultados de los análisis se recogen en el Cuadro 5. Las plantas injertadas con material procedente de Calnegre (Murcia) manifestaron un ligero filiformismo, mostrando en un solo caso un ligero amarilleo basal de los folíolos. Una de las plantas injertadas con el aislado nº 8976 presentó una ligera necrosis en los folíolos que podría tratarse de la transmisión de la enfermedad (Figura 7). Los resultados de los análisis a PepMV del segundo ensayo de transmisión por injerto resultaron positivos en todos los casos a excepción de 2 de las cuatro plantas injertadas con el aislado nº 9010, probablemente debido a un fallo en el injerto (Cuadro 5).

### Repetición de análisis en base a los diferentes resultados obtenidos

Debido a la continua asociación del "torrao" con PepMV, se plantea la posible implicación de este último en el síndrome descrito. Además, en base a los resultados obtenidos, se observó la continua aparición de síntomas típicos de PepMV al inocular plantas con muestras originalmente afectadas por "torrao". Los resultados positivos a PepMV en estas muestras inoculadas nos llevó a volver a analizar algunas muestras originales, que en un principio habían resul-

Cuadro 5. Características de las muestras originales empleadas en los ensayos de injerto, número de plantas injertadas y resultados del obtenidos del injerto: sintomatología y análisis a PepMV.

| Nº aislado | Muestras originales |   | Nº plantas inoculadas | Plantas inoculadas                 |  |                |
|------------|---------------------|---|-----------------------|------------------------------------|--|----------------|
|            | Síntomas originales | Resultados a PepMV  |                       | Síntomas en las plantas inoculadas | Resultados a PepMV                                 |                |
| Ensayo 1   | 7522                | Mosaico verde claro-oscuro, necrosis con cribado y abullonado en foliolos. Necrosis en peciolo. | -                     | 2                                  | Asintomática                                       | -              |
|            | 7528                | Abullonado y cribado fase intermedia, mosaico. Necrosis incipiente en los peciolos              | +1                    | 1                                  | Asintomática                                       | -              |
|            | 7529                | Necrosis tipo "torrao" en los foliolos. Abullonado. Curvamiento de foliolos                     | -                     | 2                                  | Asintomática                                       | -              |
|            | 7531                | Cribado incipiente. Abullonado y mosaico  | +                     | 2                                  | Curvamiento del foliolo                            | +              |
|            | 7533                | Mosaico, abullonado y cribado incipiente en foliolos. Comienzo de necrosis en el peciolo.       | +2                    | 2                                  | Asintomática                                       | -              |
|            | 7534                | Mosaico. Abullonado. Cribado incipiente. Apuntamiento. Retorcimiento de los foliolos.           | +1                    | 1                                  | Asintomática                                       | +              |
|            | 7537                | Abullonado. Cribado muy avanzado. Necrosis. Peciolo necrosados                                  | +                     | 1                                  | Asintomática                                       | -              |
|            | 7544                | "Torrao" típico. Cicatrices en el peciolo. Mosaico, abullonado. Arabesco.                       | +2                    | 2                                  | Asintomática                                       | +              |
|            | 7547                | Mosaico, retorcimiento, abullonado y necrosis en foliolos con cribado. costras en peciolo.      | -                     | 2                                  | Curvamiento del foliolo                            | -              |
|            | 7548                | Necrosis que avanza desde la base del foliolo. Abullonado en foliolos                           | +                     | 1                                  | Asintomática                                       | +              |
| Ensayo 2   | 8966                | "Torrao", amarillo, abullonado y curvamiento del foliolo en forma de espiral                    | +                     | 2                                  | Amarilleo basal de los foliolos. Filiformismo      | +              |
|            | 8976                | "Chorrera", "torrao", cribado avanzado  | +                     | 2                                  | Abullonado, filiformismo. Necrosis en foliolos (1) | +              |
|            | 9010                | Costras y "torrao" en foliolos. Fruto reventado con anillos, abullonado                         | +                     | 4                                  | Ligero filiformismo                                | + <sup>3</sup> |

<sup>1</sup>: Análisis negativo mediante serología. Análisis positivo mediante RT-PCR con los cebadores de Potexvirus.

<sup>2</sup>: Análisis negativo mediante serología. Análisis positivo mediante RT-PCR con los cebadores específicos de PepMV.

<sup>3</sup>: Únicamente 2 de las 4 plantas injertadas resultó positiva.

(1): N° plantas afectadas por el síntoma observado.

tado negativas. Se pretendía asimismo confirmar si se trataba de una posible contaminación de las plantas inoculadas. Se realizó la RT-PCR con los cebadores degenerados de Potexvirus y se consiguió amplificar la banda esperada de 760 pb, que se purificó con el High Pure PCR Product Purification Kit (Roche Diagnostics GmbH, Mannheim,

Germany) y se secuenció. La secuencia obtenida, al compararla con las secuencias de Gen Bank presentó un 97% de homología con el aislado Ch2 de PepMV (Accession number: DQ000985) recientemente publicado.

Este nuevo resultado determinaba que los negativos a PepMV obtenidos hasta el

momento con las técnicas tradicionales podían tratarse de falsos negativos, ya que este nuevo aislado no siempre resultaba positivo por serología o mediante RT-PCR con los cebadores específicos de PepMV. Por todo ello, se ha diseñado un nuevo método de detección que permite la diferenciación de tres tipos de aislados de PepMV que actualmente se encuentra en fase de publicación. Con este método, se han vuelto a analizar 122 muestras, hasta el momento, con síntomas típicos de "torrao" recogidas de campo a lo largo de los distintos años de estudio y de distintas zonas geográficas. Los resultados del análisis han determinado que 104 muestras son positivas, caracterizándose éstas como el aislado Chileno 2 de PepMV.

## DISCUSIÓN

El cultivo del tomate presenta una complejidad fitosanitaria propiciada por su gran intensificación, complejidad que se ve reflejada en la aparición de nuevas enfermedades de etiología diversa. El caso del "torrao" o "cribado", enfermedad de etiología viral presente en nuestro país más de seis años (JORDÁ *et al.*, 2003), produce infecciones muy graves tanto por sí solo, como en infecciones mixtas con otras entidades virales presentes en el campo, las cuales agravan sus síntomas e incluso a veces llevan a confundirlos, debido a su capacidad de producir necrosis en plantas de tomate afectadas. Estas causas incrementan la dificultad del diagnóstico de esta enfermedad. Asimismo, se aprecia la influencia de diversos factores que confluyen para determinar la manifestación de la misma, lo que obliga a tener en cuenta la pluralidad de los distintos componentes implicados que interaccionan en la determinación del síndrome e intentar determinar no sólo el agente causal sino también dichos componentes.

Según los muestreos realizados a lo largo de los años, queda patente que esta enfermedad presenta una mayor incidencia en Murcia, habiéndose recogido también un importante número de muestras en Canarias y en menor medida en otras zonas productoras.

Los síntomas causados por el "torrao" o "cribado", se diferencian de la infección por *Parietaria mottle virus* (PMoV), Ilarvirus detectado en tomate en España en 2001 (ARAMBURU, 2001). Únicamente las muestras recogidas de la mitad norte del país (Vizcaya, Tarragona y Valencia), además de presentar una necrosis algo diferente a la típica del "torrao", resultaron positivas a este Ilarvirus.

En campo pueden observarse diversidad de síntomas necróticos en plantas de tomate, que pueden confundirse en ocasiones, como se ha reiterado a lo del trabajo, con la sintomatología típica de "torrao". Entre ellas, además de la necrosis causada por PMoV indicada anteriormente, otros virus como el TSWV, PVY, PVX o AMV también pueden producir necrosis. Algunas de las muestras recogidas, presentaban necrosis causadas por los virus anteriormente citados, y su diagnóstico permitió establecer una comparación entre las necrosis producidas por estos agentes y la necrosis típica de "torrao" para su diferenciación en futuros muestreos. Por otra parte, en plantas con síntomas de "torrao" se han encontrado, al margen de PepMV presente en la mayoría de las muestras, otros virus que habitualmente se encuentran en el campo en infección mixta con "torrao" como es el caso del ToCV. Por todos estos motivos, no es de extrañar que se presenten resultados positivos a estos virus en los análisis realizados. También cabe indicar la presencia de otras necrosis en el cultivo del tomate, diferentes en su expresión al síndrome que nos ocupa, de las cuales se desconoce su etiología.

La aparición, incidencia y agresividad de los síntomas de "torrao" se ven influenciadas por la confluencia de factores anteriormente indicada. Entre ellos, la variedad de tomate a la que infecta y las condiciones ambientales de humedad, temperatura e iluminación son factores determinantes en la aparición del síndrome. Por tanto, las dificultades observadas en los intentos de transmisión realizados se deben a esta última causa, no se han conseguido alcanzar las condiciones idóneas para la reproducción del síndrome en las instalacio-

nes donde se llevaron a cabo los ensayos de transmisión. Únicamente en el caso del injerto se consiguió reproducir los síntomas.

A lo largo de los años se ha considerado siempre que el agente causal, tras descartar otras entidades, debía ser un virus desconocido, ya que ninguna virosis conocida había resultado positiva. La reciente comunicación a un congreso de un grupo de trabajo holandés, ha señalado como el agente causal de esta enfermedad un nuevo virus, similar en morfología y tamaño de partícula a los miembros de la familia Comoviridae y Sequiviridae, pero con una organización genómica distinta y sus secuencias no homólogas a virus de estas familias (VERBEEK *et al.*, 2005). Las observaciones realizadas mediante microscopía electrónica, en el presente estudio, tanto de extracto crudo de muestras infectadas por “torrao” o “cribado” como de purificados virales, no presentan en ningún caso partículas de las características señaladas por estos autores. Únicamente se han encontrado en todos los casos partículas en forma de varillas alargadas que aparecen agregadas, aunque bastante degradadas, morfología totalmente distinta a la que presentan los miembros de las familias indicadas. Si bien, la sintomatología descrita por estos autores para el *Tomato torrado virus* cursa con necrosis internervial que se inicia desde la base del foliolo, en ningún caso describen el típico “cribado” en hoja ni la deformación y rajado en fruto.

Debido a los resultados de los distintos ensayos de transmisión realizados que siempre reproducían el PepMV y a la constante asociación en campo del PepMV y el “torrao”, se planteó estudiar la posible implicación del PepMV en esta enfermedad, reconsiderando así la hipótesis de partida. Para estudiar la asociación PepMV- “torrao”, como se ha indicado anteriormente, algunas de las muestras positivas a PepMV afectadas por “torrao”, se secuenciaron, y la secuencia obtenida se alineó con las publicadas en el Gen Bank obteniéndose una homología del 97-98% con el aislado Chileno 2 del *Pepino mosaic virus*.

Este resultado ha conducido al diseño del nuevo sistema de detección que permite la diferenciación de tres tipos de aislados del PepMV, anteriormente descrito. Este método ha permitido la obtención de 104 positivos caracterizados como aislado Chileno 2 de PepMV de las 122 muestras ensayadas hasta el momento. Actualmente, el estudio se encuentra en fase de volver a analizar y comprobar los negativos obtenidos, ya que debido a la antigüedad de algunas de las muestras empleadas y del estado del material vegetal de partida que suele estar bastante oxidado, han podido presentarse falsos negativos al análisis. Aún así, el porcentaje de positivos obtenido con el nuevo método, que alcanza el 89%, es lo suficientemente elevado como para poder afirmar que el aislado Chileno 2 del *Pepino mosaic virus* está presente en las muestras de “torrao”. Se han realizado también análisis a algunas plantas de los distintos ensayos de transmisión y por el momento el agente transmitido en las inoculaciones e injertos ha resultado ser el PepMV- Aislado Ch2. El hecho de que un aislado de PepMV esté implicado en esta enfermedad y pueda producir síntomas de necrosis no se aparta del comportamiento habitual de este virus, ampliamente extendido en el cultivo de tomate en España, ya que el PepMV presenta una gran variabilidad sintomatológica y una clara dependencia de las condiciones ambientales (JORDÁ *et al.*, 2000; PAGÁN *et al.*, 2006).

En España estudios sobre la variabilidad genética y la estructura poblacional del PepMV en cultivos de tomate afectados determinaron que el genotipo prevaleciente en España era los aislados tipo Europeo (80% de la población pertenecía a dicho aislado). Con una menor frecuencia relativa, se encontraban también los aislados tipo Peruano, aunque estos siempre aparecían en infecciones mixtas con el aislado Europeo (PAGÁN *et al.*, 2006). La publicación del nuevo aislado Ch 2 de PepMV y la identificación de éste en muestras afectadas por “torrao” amplía esta estructura poblacional, aunque se necesitan un estu-

dio más exhaustivo al respecto. La secuencia completa de este nuevo aislado de PepMV (Ch2) se caracteriza por presentar una homología del 91% con el aislado US2 de este virus. Ambos aislados forman un grupo que se diferencia del resto de aislados en un 80%, porcentaje que lleva a pensar en una gran diferencia a nivel molecular entre estos aislados y los comúnmente encontrados en nuestro país, hecho que podría determinar asimismo una gran diferencia en el comportamiento biológico del aislado, tanto en manifestación de síntomas como en condiciones propicias para su manifestación.

Por otra parte, los resultados obtenidos mediante serología nos indican que aproximadamente 40% de las muestras analizadas a PepMV resultaron negativas al análisis, hecho que se explica con la menor sensibilidad que presenta esta técnica frente a los análisis moleculares. El diseño del nuevo método nos ha permitido comprobar que algunas muestras negativas por serología eran realmente positivas.

De este trabajo se concluye que la enfermedad denominada "torrao" está presente en España desde su aparición, manifestándose en mayor o menor medida según la campaña, muy dependiente de condiciones ambien-

tes y de la variedad a la que infecta. También se pone de manifiesto la presencia del aislado Chileno 2 del *Pepino mosaic virus* en este síndrome. Queda pendiente determinar exactamente las condiciones ambientales bajo las cuales este agente, sólo o en combinación con otro, es capaz de alterar su sintomatología típica de PepMV y causar necrosis, cribado y costuras en plantas de tomate infectadas. Por otra parte, hay que destacar que únicamente ha sido determinada una pequeña parte del total de su genoma en la que se establece la relación de homología con el aislado Chileno 2. Se requiere, por tanto, la realización de estudios más amplios de otras partes del genoma para determinar si es realmente este nuevo aislado de PepMV o pudiera tratarse de una nueva entidad muy próxima a este virus, lo que implicaría para su establecimiento, entre otros, estudios sobre su comportamiento biológico en plantas hospedantes.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo está siendo financiado por el Ministerio Español de Ciencia y Tecnología a través de los proyectos: AGL2004-07752-C02. (1 año) y AGL2005-06682-C03. (3 años).

## ABSTRACT

ALFARO FERNÁNDEZ A. , M. C. CÓRDOBA SELLÉS, M. C. CEBRIÁN MICÓ, I. FONT, M. JUÁREZ, V. MEDINA, A. LACASA, J. A. SÁNCHEZ NAVARRO, V. PALLÁS, C. JORDÁ GUTIÉRREZ. 2006. Tomato necrosis disease: "Torrao" or "Cribado". *Bol. San. Veg. Plagas*. 32: 545-562.

A new disease, known with the local name of "torrao", is reported in Spanish tomato crops since springtime of 2001. Affected plants show necrotic spots starting at the base of the leaflets. Later these spots fall down producing little holes ("cribado"). Longitudinal stains appear on the stems and the fruits are distorted with necrotic lines and finally crack, becoming unmarketable. Affected plants present a burn-like appearance. Sampling carried out since the apparition of the disease, has determined more incidence in Murcia (84%) and Canary Islands (12%), following a lower frequency in Almería and Alicante. The results of the analysis performed determined that 67% of the samples were positive to *Pepino mosaic virus* (PepMV) from a total of 369 samples analysed. Transmission assays have only reproduced the symptoms of the disease in two plants grafted with infected plants. The rest of the plants inoculated or grafted showed typical PepMV symptoms. Posterior analysis confirmed this fact. All the results pointed out the design of a new diagnosis method that allowed the characterization of 89% of the tested samples as Chilean 2 isolate of PepMV, recently published in the Gen Bank database (Accesión number: DQ000985). To our knowledge, this isolate could be

one of the implicated agents on the syndrome development together with other undetermined factors.

**Key words:** *Pepino mosaic virus*, shot-hole, electron microscope, diagnosis, virosis, serology, RT-PCR.

## REFERENCIAS

- ARAMBURU, J. 2001. First report of *Parietaria mottle virus* on tomato in Spain. *Plant Disease*, **85**: 1210.
- ARAMBURU, J. y ARIÑO, J. 2003. La "necrosis apical del tomate". Una nueva virosis causada por una raza del virus del moteado de la parietaria (PMoV). *Phytoma España*, **151**: 32-38.
- GALLITELLI, D. 1982. Properties of tomato isolate of *Pelargonium zonate spot virus*. *Annals of Applied Biology*, **100**: 457-466.
- GALAPIENSO, L., HERRANZ, M.C., PALLAS, V. y ARAMBURU, J. 2005. Detection of a tomato strain of *Parietaria mottle virus* (PMoV-T) by molecular hybridization and RT-PCR in field samples from north-eastern Spain. *Plant Pathology*, **54**: 29-35.
- JANSSEN, D., SAEZ, E., SEGUNDO, E., MARTÍN, G., GIL, F. y CUADRADO, I. M. 2005. *Capsicum annum*- a new host of *Parietaria mottle virus* in Spain. *Plant Pathology*, **54** (4): 567.
- JORDÁ, C., LÁZARO, A., FONT, I., LACASA, A., GUERREIRO, M. M. y CANO, A. 2000. Nueva enfermedad en el tomate. *Phytoma España*, **119**: 23-29.
- JORDÁ, C., LÁZARO-PÉREZ, A., MARTÍNEZ-CULEBRAS, P. y ABAD, P. 2001. First report of *Pepino mosaic virus* on tomato in Spain. *Plant Disease*, **85**: 1292.
- JORDÁ, C., MARTÍNEZ, M. C., CÓRDOBA, M. C., MARTÍNEZ, O., JUÁREZ, M. y FONT, I. 2003. El "cribado" o "torrao", ¿una nueva enfermedad del cultivo del tomate? *Phytoma España*, **152**: 130-136.
- LEE, I. M., HAMMOND, R. W., DAVIS, R. E. AND GUNDERSEN, D. E. 1993. Universal amplification and analysis of pathogen 16S rDNA for classification and identification of mycoplasmalike organisms. *Phytopathology*, **83**: 834-842.
- LOURO, D., ACCOTTO, G. P. y VAIRA, A. M. 2000. Occurrence and diagnosis of *Tomato chlorosis virus* in Portugal. *European Journal of Plant Pathology*, **106**: 589-592.
- MARTÍNEZ- PRIEGO, L., CÓRDOBA, M. C. y JORDÁ, C. 2002. Diseño de un método de diagnóstico para Potyvirus. XI Congreso de la Sociedad Española de Fitopatología. Octubre 2002. Almería (España).
- MARTÍNEZ-CULEBRAS, P., FONT, I. y JORDÁ, C. 2001. A rapid PCR method to discriminate between *Tomato yellow leaf curl virus* isolates. *Annals of Applied Biology*, **139**: 251-257.
- PAGÁN, I., CÓRDOBA-SELLÉS, M. C., MARTÍNEZ-PRIEGO, L., FRAILE, A., MALPICA, J. M. JORDÁ, C. y GARCÍA-ARENAL, F. 2006. Genetic structure of the population of *Pepino mosaic virus* infecting tomato crops in Spain. *Phytopathology*, **96**: 274-279.
- SEGUNDO, E., MARTÍN, G., CUADRADO, I. M. y JANSSEN, D. 2004. A new yellowing disease in *Phaseolus vulgaris* associated with a whitefly-transmitted virus. *Plant Pathology*, **53** (4):517.
- VAIRA, A. M., ACCOTTO, G. P., VECCHIATI, M. y BRAGALONI, M. 2002. *Tomato infectious chlorosis virus* causes leaf yellowing and reddening of tomato in Italy. *Phytoparasitica*, **30** (3): 290-294.
- VERBEEK, M., DULLEMANS, A. M. y VAN DER VLUGT, R. A. A. 2005. *Tomato torrado virus*, a new virus infecting tomato. XV Tomato working group meeting. Bari, Italia. Comunicación oral.

(Recepción: 1 septiembre 2006)

(Aceptación: 6 septiembre 2006)

## Comparative Study of the effects of *Trichogramma pretiosum* (Hym., Trichogrammatidae) releases and Triflumuron Applications on *Epinotia aporema* (Lep., Tortricidae) in Birdsfoot Trefoil Seedbeds

C. BASSO, G. GRILLE, R. ALZUGARAY, B. PINTUREAU

In Uruguay, the tortricid moth *Epinotia aporema* is a borer that causes substantial losses in birdsfoot trefoil crops (*Lotus corniculatus* L.). Conventional insecticides are toxic to beneficial organisms and are effective for only short periods. We know that the insect growth regulator Triflumuron is effective, but it is expensive. Studies were conducted to evaluate the effectiveness of inundative releases of *Trichogramma pretiosum* (800,000 parasitoids/hectare/release) against *E. aporema*. Four treatments were compared: 1) inundative releases of *T. pretiosum* (one to three releases were performed in 2002, 2003 and 2004); 2) application of Triflumuron; 3) control plots located near the *Trichogramma* release plots; 4) control plots located away from the *Trichogramma* release plots. In the year 2002, the number of *E. aporema* larvae in the *T. pretiosum* plots (two releases) were significantly lower than in the distant controls but not in the near controls. In the year 2003, Triflumuron treatment (not applied in 2002) resulted in significantly lower numbers of larvae than the *T. pretiosum* treatment (one release), which did not differ from either the near or distant controls. In the year 2004, numbers of larvae were not significantly different between the Triflumuron and *T. pretiosum* treatments (three releases), but these numbers were significantly lower than in both controls. Inundative releases of *T. pretiosum* can therefore be an effective alternative to traditional insecticides and to Triflumuron, and deserve further development.

C. BASSO, G. GRILLE. Universidad de la República, Facultad de Agronomía, Garzón 780, 12900 Montevideo, Uruguay.

R. ALZUGARAY. INIA La Estanzuela, CC 39173, 70000 Colonia, Uruguay.

B. PINTUREAU. Biologie Fonctionnelle, Insectes et Interactions-UMR INRA/INSA de Lyon, INSA, 69621 Villeurbanne-cedex, France.

**Key words:** biological control, insect growth regulators, tortricidae, leguminosae, Uruguay.

### INTRODUCTION

The bud borer *Epinotia aporema* (Walsingham) (Lepidoptera, Tortricidae) is a significant insect pest in Uruguay, particularly in the case of leguminous plants. The larvae cause longitudinal galleries in the foliar and floral sprouts of plants, affecting flowers, inflorescences, and leaves. The damage may

extend to the fruits, resulting in perforated pods and seeds wholly or partially damaged. In recent years, the losses caused by this pest augmented because soybean and birdsfoot trefoil (*Lotus corniculatus* L.) suffered intensive attacks (ZERBINO and ALZUGARAY, 1994; BENTANCOURT and SCATONI, 1995). According to estimations, the damage in field conditions reaches 30 to 40% decrease in pro-

duction of birdsfoot trefoil seed, red clover and alfalfa (ALZUGARAY, 2004).

Due to the lack of a dormancy period, this tortricid remains active throughout the year by using several species of leguminous plants as host. It probably has five to six generations per year, with long lasting laying periods, and preferentially spring and summer population peaks (ZERBINO and ALZUGARAY, 1991; ALZUGARAY, 2004).

Traditional chemical insecticides are not a sustainable solution to the problem of controlling *E. aporema*, because re-infestations take place within 15 to 20 days after the applications. That also affects the entomophilous pollination of plants. The use of insect growth regulators has the advantage of its low toxicity for adult honeybees. However, its effect does not begin before 5 to 10 days following the application, and the pest continues to affect the crop during this period (ZERBINO and ALZUGARAY, 1991). These growth regulators interfere with the formation of chitin in the cuticle and induce larvicidal and ovicidal effects. In general, treated larvae appear normal until moulting. However, at that moment, the larvae are unable to break through the old cuticle, since the malformed cuticle of the new instar is fragile and permeable. They cannot withstand the internal pressure during ecdysis and/or cannot give sufficient support to the muscles involved. If the substances are applied to eggs, chitin is not produced during the embryo development. Then, the larva will not always emerge (PASQUALINI, 2000). Since, insect growth regulators treatment is expensive in Uruguay, it is not an economically alternative when compared to traditional insecticides.

Given this situation, inundatory releases of the egg parasitoid *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera, Trichogrammatidae) could be a solution to the problem. A comparison was thus undertaken between the effects of growth regulator and parasitoids treatments. The *Trichogramma* genus parasitizes eggs of several insects, particularly those belonging to the order Lepi-

doptera, and prevents the egg hatching and the damage caused by the larvae on plants (PINTO and STOUTHAMER, 1994; PINTUREAU, 1994). Some *Trichogramma* species were already experimentally applied in different Uruguayan crops against different pests, and the results were encouraging (BASSO and PINTUREAU, 1998, 2004).

*Trichogramma pretiosum* is the most widely distributed species out of the five *Trichogramma* species reported in this country (BASSO and PINTUREAU, 2004). Preliminary field experiments showed that adults of this species, when released in 100 m<sup>2</sup> plots of a birdsfoot trefoil field, are capable of finding and parasitizing *E. aporema* eggs glued on paper cards distributed among the foliage (unpublished data). Experimental work with *T. pretiosum* was continued during the period 2002-2004 in birdsfoot trefoil seedbeds located nearby the city of Ombúes de Lavalle, Colonia (Uruguay).

## MATERIAL AND METHODS

The experimental design was based on 100 m<sup>2</sup> plots (10 m x 10 m), laid in rows, at more than 20 m from the edge of plantation, in birdsfoot trefoil seedbeds close to blooming. Plots were randomly chosen for the release of *T. pretiosum*, for the application of a chemical insecticide, or as control plots. In order to allow the observation of a probably uneven distribution of the pest on the crop, and of the dispersion of *Trichogramma* wasp from the release plots to the remaining ones, a number of control plots were set close to the latter (near controls), and others at a distance of over 50 m from them (distant controls). Disturbance of the area around the plots was avoided by suppression of all "fauchage" operation.

To release the parasitoids, we used 8 cm x 4.5 cm paper envelopes containing small pieces of cardboard on which parasitized eggs of alternative host (*Ephestia kuehniella* Zeller, Lepidoptera: Pyralidae) are glued. The parasitoids are ready to emerge when they are released. These envelopes were per-

forated of small holes to allow the exit of the *Trichogramma* adults, and to avoid the access of predators that might cause damage to the parasitized eggs before their emergence. They were placed in the foliage with an even distribution along the plots.

The *Trichogramma pretiosum* released, collected in parasitized eggs of *Diatraea saccharalis* (Fabricius) (Lepidoptera: Pyralidae) in a corn crop in Uruguay, were multiplied in the Entomology Laboratory of the School of Agronomy (Montevideo) following the method described by BASSO and GRILLE (2001). The dose used for each release was 800,000 parasitoids per hectare. The chemical treatment was performed using the inhibitor of the chitin synthesis Triflumuron (Bayer's "Alsystin 480 SC"), at a dose of 0.5 liter/hectare, according to recommendations (ZERBINO and ALZUGARAY, 1991).

Due to the difficulties implied in searching for eggs laid by *E. aporema* on the foliage and to properly compare the two kinds of treatments, their biological evaluation was carried out taking into consideration the larval stage. Each evaluation consisted of randomly picking and putting in bags 200 stems per plot; the material was then sent to INIA "La Estanzuela" Entomology Laboratory (Uruguay) to be observed under a stereoscopic microscope in order to count the number of *E. aporema* larvae present on them. The data obtained in the three tests were analyzed with a generalized linear model, assuming of a Poisson distribution for the number of larvae and a logarithmic (natural) link function, applying the GENMOD procedure of the SAS (1997) system. For each test, a comparison was made between the number of larvae per plot in each treatment by sampling date, and between the global averages per treatment accounting for all sampling dates corrected with the first date (covariance analysis) so as to eliminate any possible effects of the different initial populational abundance per plot.

**Test during the year 2002.** The experimental design included fifteen plots

arranged in a random plot design with 10 m distance between plots. Ten plots were randomly chosen for the release of *T. pretiosum*, and 5 plots were considered as near controls. Another five plots were considered as distant controls (Fig. 1A).

Two *T. pretiosum* releases were performed, the first at the start of the crop's flowering, and the second seven days later (respectively on February 15<sup>th</sup> and 22<sup>nd</sup>, 2002), for a total of 1.6 million parasitoids/ha. Thirty two envelopes containing parasitoids were distributed per plot. The evaluation of the number of live larvae was carried out through 8 successive weekly samplings starting before the first release of *T. pretiosum*.

**Test during the year 2003.** The experimental design included twelve plots from which six plots were randomly chosen for the *T. pretiosum* releases. Three other plots were selected for the application of Triflumuron, and the three remaining plots were considered as near controls. Another three plots were considered as distant controls (Fig. 1B).

Triflumuron was applied when the flowering period started (February 24<sup>th</sup>, 2003), and two days after this date, a unique release of *T. pretiosum* was performed (800,000 parasitoids/ha). The evaluation of the number of live larvae was carried out through 7 successive weekly samplings, the first of them taking place immediately before the application of the insecticide.

**Test during the year 2004.** The experimental design was identical to that of the year 2003. At the start of the crop flowering, one application of Triflumuron (March 4<sup>th</sup>, 2004) was performed on the respective plots, and two days after this date, a first release of *T. pretiosum* was carried out. A second and a third release were performed twelve and twenty-two days after this date, respectively; sixteen envelopes of parasitoids were used during each release, with a total of 2.4 million *Trichogramma*/ha. The evaluation of the

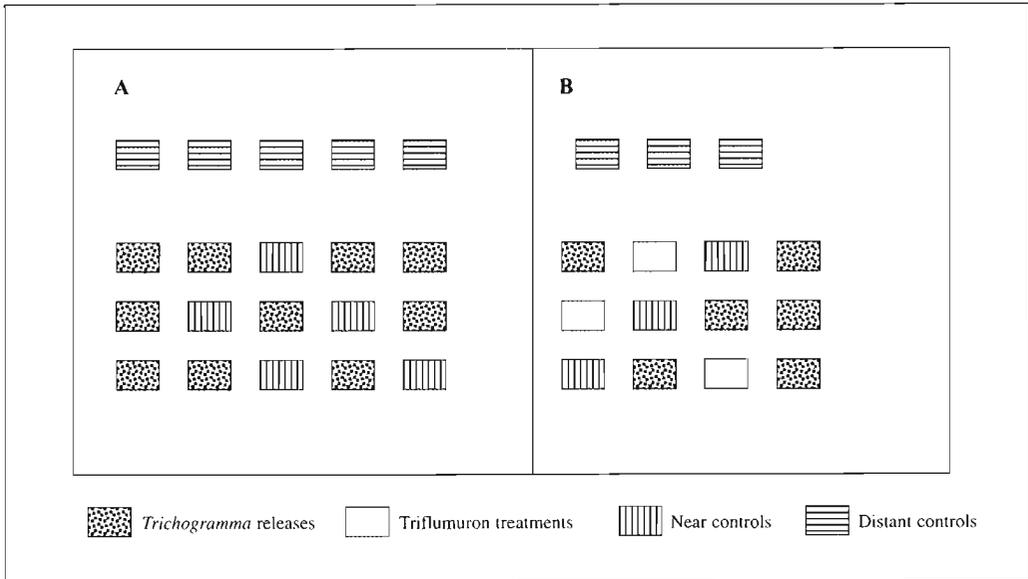


Figure 1. Spatial design of birdsfoot trefoil plots treated with *Trichogramma* or Triflumuron, or untreated. (A) Year 2002; (B) Years 2003 and 2004.

number of larvae was carried out through six successive weekly samplings, the first of them taking place immediately previous to the application of the insecticide.

## RESULTS

**Test during the year 2002.** According to the larvae collected from the plots, the population of *E. aporema* completed two generations within the period studied. The first four sampling dates correspond to the first generation, and the following four dates to the second generation (Fig. 2A). Since the birdsfoot trefoil seedbed was not harvested due to the low number of pods on the plants, a long period of study was allowed.

Three days after the first release of *T. pretiosum* (sampling of week two), the larva population in *Trichogramma* plots was greater than both the larva population in distant controls and the larva population in the near controls (Table 1). *Trichogramma* plots had 40.5% more larvae than distant controls, and 48.6% more larvae than near controls.

The population in *Trichogramma* plots on week two was at its maximum for that generation. Ten days after the first release (sampling at week three), the parasitoid showed a significant effect on the *E. aporema* eggs since the population in distant controls showed an increase of 24.3%, the population in near controls an increase of 41.1%, and the population in *Trichogramma* plots a decrease of 33.4%, always in relation to week two.

The highest number of larvae in a plot was reached on week seven, corresponding to the second studied generation of the pest. The number of larvae in distant controls was significantly higher than the number of larvae in near controls and that in *Trichogramma* plots.

Considering all the sampling dates together, *Trichogramma* plots showed a lower number of larvae per plot than distant controls. Near controls showed an intermediate infestation, not different from the others. The correction by covariance with the values from the first date did not significantly modify the analysis.

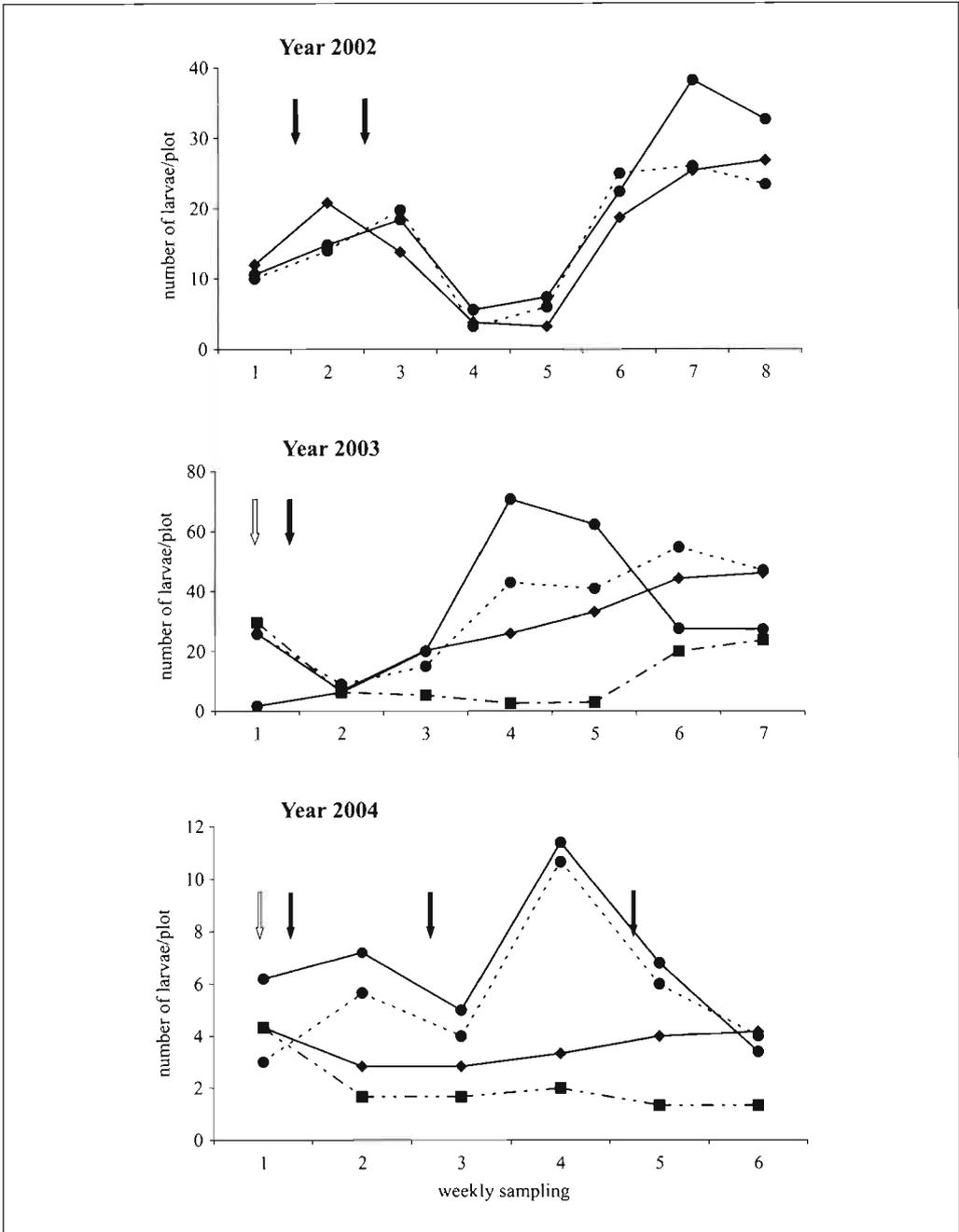


Figure 2. Weekly fluctuations in the average number of *E. aporema* larvae in birdsfoot trefoil plots: plots with *Trichogramma* releases are indicated by squares and unbroken lines, plots with Triflumuron treatment are indicated by squares and dashed lines, plots used as near controls are indicated by circles and dashed lines, and plots used as distant controls are indicated by circles and unbroken lines. *Trichogramma* releases are indicated by solid vertical arrows and Triflumuron treatments are indicated by open vertical arrows. Years: 2002, 2003, 2004.

Table 1. Estimated number of larvae of *E. aporema* per plot in each treatment during 8 weeks of the year 2002.

| Treatment | 1    | 2      | 3      | 4     | 5     | 6      | 7      | 8      |
|-----------|------|--------|--------|-------|-------|--------|--------|--------|
| DC 16.1a  | 10.6 | 14.8 a | 18.4 a | 5.6 a | 7.4 a | 22.4 a | 38.2 a | 32.6 a |
| NC 13.6ab | 10.0 | 14.0 a | 19.8 a | 3.2 a | 6.0 a | 25.0 a | 26.0 b | 23.4 a |
| TR 12.9 b | 12.0 | 20.8 b | 13.8 a | 3.8 a | 3.2 a | 18.7 a | 25.4 b | 26.8 6 |

DC: distant controls, NC: near controls, TR: *Trichogramma* releases.

1% level (treatments were applied after the week 1, not tested).

Means followed by the same letter do no differ at the 1% level.

Table 2. Estimated number of larvae of *E. aporema* per plot in each treatment during the year 2003.

| Treatment | 1    | 2     | 3       | 4       | 5      | 6      | 7      |
|-----------|------|-------|---------|---------|--------|--------|--------|
| DC 36.3 a | 1.7  | 6.3 a | 20.0 ab | 70.7 a  | 62.3 a | 27.7 a | 27.3 a |
| NC 29.0 a | 25.7 | 9.0 a | 15.0 ab | 43.0 ab | 41.0 a | 54.7 a | 47.0 a |
| TR 24.4 a | 25.8 | 6.8 a | 20.2 a  | 26.0 b  | 33.2 a | 44.3 a | 46.2 a |
| CH 8.2 b  | 29.7 | 6.3 a | 5.3 b   | 2.7 c   | 3.0 b  | 20.0 a | 23.7 a |

DC: distant controls, NC: near controls, TR: *Trichogramma* releases, CH: Triflumuron treatments.

1% level (treatments were applied after the week 1, not tested).

Means followed by the same letter do no differ at the 1% level.

Table 3. Estimated number of larvae of *E. aporema* per plot in each treatment during 6 weeks of the year 2004.

| Treatment | 1   | 2     | 3     | 4      | 5     | 6     |
|-----------|-----|-------|-------|--------|-------|-------|
| DC 6.4a   | 6.2 | 7.2 a | 5.0 a | 11.4 a | 6.8 a | 3.4 a |
| NC 6.0a   | 3.0 | 5.7 a | 4.0 a | 10.7 a | 6.0 a | 4.0 a |
| TR 3.3 b  | 4.3 | 2.8 a | 2.8 a | 3.3 b  | 4.0 a | 4.2 a |
| CH 1.5 b  | 4.3 | 1.7 a | 1.7 a | 2.0 b  | 1.3 b | 1.3 a |

DC: distant controls, NC: near controls, TR: *Trichogramma* releases, CH: Triflumuron treatments.

1% level (treatments were applied after the week 1, not tested).

Means followed by the same letter do no differ at the 1% level.

**Test during the year 2003.** The unique release of *T. pretiosum* coincided with the ending of a generation in the field and the start of a new one, reflected by the decrease and the later increase in the number of larvae collected (Fig. 2B).

After the first sampling, Triflumuron plots always showed the lower number of larvae per plot, a number significantly different from numerous values calculated in other plots at each sampling week (Table 2). *Trichogramma* plots showed an intermediate number of larvae in the week 4 sampling in regards to the other treatments, when the effect of the *T. pretiosum* release was probably optimal. However, no significant difference was recorded in this sampling between *Trichogramma* plots and near controls.

Between weeks five and six, the number of larvae in *Trichogramma* plots and near controls increased following the same trend, and ended up in equivalent values on week seven.

Considering all the sampling weeks, Triflumuron plots showed a number of larvae lower than *Trichogramma* plots, near and distant controls. There was no difference between the three kinds of plots without insecticide. The correction by covariance with the values from the first week did not significantly modify the analysis (Table 2).

**Test during the year 2004.** The first release of *T. pretiosum* took place at the beginning of a generation of *E. aporema* in the field, reflected by the following increase in the number of larvae collected in the con-

trol plots (Fig. 2C). Triflumuron and *Trichogramma* plots showed a stable reduced number of larvae, while distant and near controls showed another dynamics, characterized by a slight decrease, followed by a strong increase and a subsequent decrease. Triflumuron plots were infested by the smallest population of larvae of all treatments, though no significant differences were often recorded with *Trichogramma* plots (Table 3).

Considering all the sampling weeks as a whole, Triflumuron and *Trichogramma* plots showed a similar number of larvae. Both treatments differed from the near and distant controls, which were not different from each other. The correction by covariance with the values from the first week did not significantly modify the analysis (Table 3).

## DISCUSSION

Although the populational abundance of *E. aporema* varied during the three years under study, the *T. pretiosum* releases always showed more or less effectiveness as biological control agents. In year 2002, such effect was especially observed between weeks 2 and 3 samplings when the population of larvae in controls showed a linear growth trend and the population in *Trichogramma* plots showed a strong decrease. Even though some studies showed that *Trichogramma* dispersion is very limited (ANDOW and PROKRYM, 1991, MCDUGALL and MILLS, 1997), VOEGELÉ *et al.* (1975) point out that *T. brassicae* Bezdenko is able to parasitize *Ostrinia nubilalis* Hübner eggs in corn fields, as far as 78 and 147 m from the release point. Distances of 400 m and 700 m were even reported into the wind direction (STERN *et al.*, 1965; BIGLER *et al.*, 1990). Such a dispersion could explain the identical results obtained in the *Trichogramma* plots and the near controls during the latest samplings, and these controls have thus to be placed at a longer distance in following experiments.

In year 2003, between week three and week four samplings, the population of *E. aporema* larvae showed a very small increase

in *Trichogramma* plots as compared to controls. However, on the following weeks, the larva population in *Trichogramma* plots continued to grow, and reached the population recorded in near controls. This partial effect could be associated to the fact that only one release of *T. pretiosum* was carried out in 2003.

In year 2004, the effect of *T. pretiosum* on the *E. aporema* population was obvious. This effect lasted throughout the whole test, probably because three successive releases of parasitoids were carried out on the plots.

Moreover, our results confirmed the effectiveness of Triflumuron treatments on the *E. aporema* larva population (ZERBINO and ALZUGARAY, 1991). A single application of this insecticide was more effective than a single application of *T. pretiosum* in year 2003. However, this difference was reduced with the three releases of parasitoids performed in year 2004. The effectiveness of inundatory releases of *T. pretiosum* on the abundance of *E. aporema* populations provides a new tool to control this pest, and an alternative to the toxic effects of traditional insecticides and to the high cost of Triflumuron. The optimal number of *T. pretiosum* per hectare still needs some adjustments, but it seems necessary to make several successive releases in order to accurately cover the *E. aporema* extended laying period.

## ACKNOWLEDGEMENTS

The authors thank Professor J. Franco [Department of Statistics of the School of Agronomy (Uruguay)] for his valuable participation in the statistical analysis of the data obtained. They also thanks to all the farmers and agriculture technicians that participate to the study. The work was jointly financed with funds granted by several Uruguayan institutions and cooperative: the Ministry of Agriculture/IDB, the Faculty of Agronomy of the University of the Republic, INIA, and CALOL.

## RESUMEN

BASSO C., G. GRILLE, R. ALZUGARAY, B. PINTUREAU. 2006. Estudio comparativo de los efectos de liberaciones de *Trichogramma pretiosum* (Hym., Trichogrammatidae) y aplicaciones de Triflumuron sobre *Epinotia aporema* (Lep., Tortricidae) en semilleros de lotus. *Bol. San. Veg. Plagas*, **32**: 563-571.

En el Uruguay, el tortrícido *Epinotia aporema* es un insecto plaga que causa daños de importancia en semilleros de lotus (*Lotus corniculatus* L.). Los insecticidas convencionales son tóxicos para los organismos benéficos, y efectivos por cortos períodos, mientras que el regulador de crecimiento de insectos Triflumuron es efectivo pero costoso. Los estudios fueron conducidos para evaluar la eficacia de liberaciones inundativas de *Trichogramma pretiosum* (800,000 parasitoides/hectárea/liberación) contra *E. aporema*. Los tratamientos comparados fueron: 1) liberaciones inundativas de *T. pretiosum* (varió desde una a tres liberaciones en 2002, 2003 y 2004); 2) aplicaciones de Triflumuron; 3) testigos localizadas cerca de las parcelas liberadas con tricogramas; 4) testigos localizadas lejos de las parcelas liberadas con tricogramas. En el año 2002, el número de larvas de *E. aporema* en las parcelas con *T. pretiosum* (dos liberaciones) fue significativamente menor que en los testigos lejanos, pero no que en los testigos cercanos. En el año 2003, los tratamientos con Triflumuron (no aplicado en 2002) resultaron en un nivel de larvas significativamente menor que en las tratadas con tricogramas (una liberación), que no difirieron de los testigos cercanos y lejanos. En el año 2004, el número de larvas no fue significativamente diferente entre los tratamientos con Triflumuron y *T. pretiosum* (tres liberaciones), pero esos valores fueron significativamente más bajos que en las parcelas testigo. Los autores concluyen que las liberaciones inundativas con *T. pretiosum* pueden ser una alternativa efectiva a los insecticidas tradicionales y al Triflumuron, siendo estos resultados dignos de futuros desarrollos.

**Palabras clave:** control biológico, regulador de crecimiento, Tortricidae, leguminosae, Uruguay.

## REFERENCES

- ALZUGARAY, R. 2004. Daños por insectos en la producción de semilla de leguminosas forrajeras. Avispita, epinotia, apion, míridos. Montevideo, INIA (Serie Técnica no. 141). 23p.
- ANDOW, D. A., PROKRYM, D. R. 1991. Release density, efficiency and disappearance of *Trichogramma nubilale* for control of European Corn Borer. *Entomophaga*, **36**: 105-113.
- BASSO, C., GRILLE, G. 2001. Tecnología de producción masiva y liberación de *Trichogramma* (Hymenoptera, Trichogrammatidae) en los cultivos. Montevideo. Universidad de la República (Facultad de Agronomía) - Galosol SA, 36p.
- BASSO C., PINTUREAU, B. 1998. Biological control using *Trichogramma* in Uruguay, first results and projects. *Mitt. Biol. Bundesanstalt. Land- Forstwirtschaft. Berlin-Dahlem*, **356**: 93-96.
- BASSO, C., PINTUREAU, B. 2004. Las especies de *Trichogramma* del Uruguay (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *Rev. Soc. Entomol. Argent.*, **63**: 71-80.
- BENTANCOURT, C. M., SCATONI, I. B. 1995. *Lepidópteros de importancia económica. reconocimiento, biología y daños de las plagas agrícolas y forestales*. Montevideo, Editorial Hemisferio Sur - Facultad de Agronomía, v.1. 124p.
- BIGLER, F., BOSSHART, S., WALDBURGER, M., INGOLD, M. 1990. Dispersal of *Trichogramma evanescens* Westw. and its impact on parasitism of eggs of *Ostrinia nubilalis*. *Hbn. Mitt. Schweiz. Entomol. Ges.*, **63**: 381-388.
- MCDUGALL, S. J., MILLS, N. J. 1997. Dispersal of *Trichogramma platneri* Nagarkatti (Hym., Trichogrammatidae) from point-source releases in an apple orchard in California. *J. App. Entomol.*, **121**: 205-209.
- PASQUALINI, E. 2000. IPM: Theory and practice in the pest control of pome fruit trees. *Pflanzenschutz-Nachrichten Bayer*, **53**: 154-176.
- PINTO, J. D., STOUTHAMER, R. 1994. Systematics of the Trichogrammatidae with emphasis on *Trichogramma*. In: E. Wajnberg & S.A. Hassan (eds.), *Biological control with egg parasitoids*. pp. 1-36. CAB International, Wallingford, 286p.
- PINTUREAU, B. 1994. Phylogenetic study of the European species of the genus *Trichogramma* Westwood (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *Entomol. (Trends in Agril. Sci.)*, **2**: 141-150.
- SAS INSTITUTE INC., SAS / STAT ® SOFTWARE., 1997. *Changes and enhancements through release 6.12*. Cary, NC: SAS Institute Inc.
- STERN, V. M., SCHLINGER, E. I., BOWEN, W. R. 1965. Dispersal studies of *Trichogramma semifumatum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) tagged with radioactive phosphorus. *Ann. Entomol. Soc. Am.*, **58**: 234-240.
- VOEGELÉ, J., STENGEL, M., SCHUBERT, G., DAUMAL, J., PIZZOL, J. 1975. Les Trichogrammes. V(a). Premiers

résultats sur l'introduction en Alsace sous forme de lâchers saisonniers de l'écotype moldave de *Trichogramma evanescens* Westwood contre la pyrale du maïs, *Ostrinia nubilalis*. *Ann. Zool. Ecol. Animale*, 7: 535-551.

ZERBINO, M. S., ALZUGARAY, R. 1991. *Epinotia* en cultivos de leguminosas. Montevideo, INIA (Hoja de Divulgación 23). Sp.

ZERBINO, M. S., ALZUGARAY, R. 1994. Plagas. In: Giménez A. & Restaina E. (eds.), *Girasol y soja: algunos aspectos tecnológicos de producción para el litoral oeste de Uruguay*, p. 119-129. Montevideo, INIA (Boletín de Divulgación no. 47). 153p.

(Recepción: 14 diciembre 2005)

(Aceptación: 5 septiembre 2006)



## Efeito de óleos essenciais de *Eucalyptus* spp. sobre *Zabrotes subfasciatus* (Boh., 1833) (Coleoptera: Bruchidae) e *Callosobruchus maculatus* (Fabr., 1775) (Coleoptera: Bruchidae) em duas espécies de feijões

J. P. BRITO, R. C. BAPTISTUSSI, M. FUNICHELLO, J. E. M. OLIVEIRA, S. A. DE BORTOLI

Entre as pragas que incidem sobre os feijões *Phaseolus vulgaris* L. e *Vigna unguiculata* (L.) Walp. armazenados, destacam-se os carunchos *Zabrotes subfasciatus* e *Callosobruchus maculatus*. O presente trabalho teve por objetivo avaliar os efeitos dos óleos essenciais de *Eucalyptus citriodora*, *Eucalyptus globulus* e *Eucalyptus staigeriana* sobre a oviposição e número de insetos emergidos destes carunchos. Os testes foram conduzidos em laboratório à temperatura de  $25 \pm 2^\circ\text{C}$ , umidade relativa de  $60 \pm 10\%$  e 12 horas de fotofase. Em todos os testes foi utilizado o processo de fumigação com doses de 5, 10, 15, 20 e 25  $\mu\text{L}$  de óleo/ $0,0017\text{m}^3$ , e cada espécie vegetal foi testada isoladamente com *Z. subfasciatus* e, posteriormente, com *C. maculatus*. Nesses testes foi observado o número total de ovos, número de ovos viáveis e o número de insetos emergidos. O processo de fumigação com óleos essenciais de plantas do gênero *Eucalyptus* mostrou-se eficiente no controle de *Z. subfasciatus* e *C. maculatus*, já que provoca redução das porcentagens de ovos viáveis e de insetos emergidos das duas espécies de carunchos e os óleos de *E. staigeriana* e *E. citriodora* tiveram as menores porcentagens de ovos viáveis e insetos emergidos para os dois carunchos.

J. P. BRITO, R. C. BAPTISTUSSI, M. FUNICHELLO, J. E. M. OLIVEIRA, S. A. DE BORTOLI.  
Dept. de Fitossanidade, Fac. Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP, Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane, s/n, 14884-900, Jaboticabal, SP, Brasil. E-mail: jubrito1@hotmail.com

**Palavras chave:** fumigação, caruncho do feijão, inseticidas naturais, praga de grãos armazenados.

### INTRODUÇÃO

O feijão é um produto tradicional na alimentação da população brasileira, sendo considerada a leguminosa de maior importância para o consumo humano (HARLAN, 1975). No Brasil e em outros países da América Latina, o feijão é um dos alimentos básicos mais consumidos e uma fonte de fácil acesso de proteínas, vitaminas e minerais, tendo elevado conteúdo energético (GUZMÁN-MALDONADO *et al.*, 1996). O armazenamento dessa cultura tem sido uma prática comum nas diversas

regiões do Brasil. No entanto, essa prática tem sido afetada por diversos fatores, dentre os quais se destaca o ataque de pragas.

As espécies *Zabrotes subfasciatus* (Boh., 1833) (Coleoptera: Bruchidae) e *Callosobruchus maculatus* (Fabr., 1775) (Coleoptera: Bruchidae) constituem pragas importantes do feijão armazenado no Brasil. Os grãos do feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.) são altamente atacados por *Z. subfasciatus*. BONDAR (1936) mencionou o *C. maculatus* como a mais importante praga do feijão de corda (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.).

A espécie *Z. subfasciatus* é considerada cosmopolita, ocorrendo em todas as regiões do globo terrestre onde se faz o armazenamento de feijões, desde que fatores climáticos não limitem seu ciclo de vida, além de apresentar distribuição ampla nas regiões quentes e tropicais da América Latina (FERREIRA, 1960; HOWE & CURRIE, 1964). Como no Nordeste do Brasil a maioria do feijão plantado e consumido pertence ao gênero *Vigna*, *C. maculatus* é a praga de maior ocorrência e importância naquela região, em condições de armazenamento. Essa praga, apresenta infestação cruzada, iniciando sua infestação no campo, onde ovipositam nas vagens deiscentes ou defeituosas, podendo continuá-la no armazém (GALLO *et al.*, 2002).

Os danos que estas duas pragas provocam são semelhantes. Estes insetos atacam os cotilédones do feijão armazenado, onde na fase larval abrem galerias, podendo destruí-los completamente. Soma-se a isso, a presença de ovos nos grãos, de orifícios de emergência dos adultos, de insetos mortos e de excrementos, que afetam a qualidade do produto. Os grãos destinados à semeadura têm seus embriões destruídos, ficando seriamente prejudicados (GALLO *et al.*, 2002). As perdas de grãos de feijão devido ao ataque de *Z. subfasciatus*, segundo SCHOONHOVEN & CARDONA (1982), no México, na América Central e no Panamá chega a até 35%. No Brasil, as estimativas de perdas são em torno de 20 a 30% (CELESTINO FILHO & ALMEIDA, 1980). SANTOS & VIEIRA (1971), TAYLOR (1974) e OLIVEIRA (1978) afirmam que no Estado do Ceará, a espécie *C. maculatus* constitui fator limitante no armazenamento de *V. unguiculata*, causando-lhe sensíveis perdas, inclusive reduzindo o poder germinativo das sementes.

O uso de inseticidas químicos é uma tática importante no controle de pragas de grãos armazenados, mas a sua recomendação não pode ser generalizada, devido suas desvantagens, como por exemplo, a toxicidade, o desenvolvimento de populações de insetos resistentes e a presença de resíduos tóxicos

nos grãos que se destinam ao consumo (OLIVEIRA, 1997). As plantas inseticidas são uma alternativa viável por terem baixo custo, serem de fácil preparação e facilmente encontradas. Elas têm sido muito utilizadas no controle de *Z. subfasciatus* e *C. maculatus* durante o armazenamento de grãos de feijão, em países da América Latina, África e Ásia. Podem ser usadas como óleos, pós secos e extratos, com ação, principalmente, de contato e fumigante. Provocam mortalidade, repelência, inibição da oviposição, além da redução do desenvolvimento larval, da fertilidade e da fecundidade dos adultos, apresentando também propriedades antifúngicas, antissépticas e bactericidas (OLIVEIRA, 1997). O uso de alguns óleos vegetais para o tratamento de sementes tem sido eficiente no controle de carunchos, provocando redução na progênie e na emergência de adultos (PEREIRA *et al.*, 1995).

Assim, com o objetivo de descobrir plantas inseticidas que possam ser utilizadas para controle de *Z. subfasciatus* e *C. maculatus*, foram conduzidos testes visando obter respostas sobre os efeitos de óleos essenciais de três espécies vegetais do gênero *Eucalyptus* (*Eucalyptus citriodora*, *Eucalyptus globulus* e *Eucalyptus staigeriana*) sobre a oviposição e emergência destas pragas, em grãos de feijão das espécies *P. vulgaris* e *V. unguiculata*.

## MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Biologia e Criação de Insetos (LBCI) do Departamento de Fitossanidade da FCAV/UNESP, Jaboticabal-SP, à temperatura de  $25 \pm 2^\circ\text{C}$ , umidade relativa de  $60 \pm 10\%$  e 12 horas de fotofase, com os carunchos *Zabrotes subfasciatus* (Boh., 1833) (Coleoptera: Bruchidae) e *Callosobruchus maculatus* (Fabr., 1775) (Coleoptera: Bruchidae) em feijão armazenado.

Os insetos utilizados nos experimentos foram obtidos da criação estoque mantida no próprio laboratório, em feijão, *Phaseolus vulgaris* L., tipo 'Carioca', para a espécie *Z. subfasciatus*, e *Vigna unguiculata* (L.) Walp.

para *C. maculatus*. Todos os experimentos foram desenvolvidos de forma independente para cada espécie de inseto.

Testaram-se três espécies vegetais: *Eucalyptus citriodora*, *Eucalyptus globulus* e *Eucalyptus staigeriana*, que sofreram destilação por arraste com vapor d'água em laboratório do Departamento de Ciências Florestais da ESALQ/USP, Piracicaba-SP, dando origem aos óleos essenciais usados nos ensaios.

Nos testes utilizou-se o processo de fumigação com substâncias voláteis dos óleos essenciais. Para a realização dos ensaios utilizaram-se doses de 5, 10, 15, 20 e 25  $\mu\text{L}$  de óleo/0,0017m<sup>3</sup>. Na avaliação da viabilidade de ovos, cada espécie vegetal foi testada isoladamente com *Z. subfasciatus* e, posteriormente com *C. maculatus*. Para cada um dos três óleos essenciais, 150 grãos de feijão *P. vulgaris*, tipo 'Carioca' e 150 grãos de feijão da espécie *V. unguiculata*, foram infestados por um número aleatório de insetos de *Z. subfasciatus* e *C. maculatus*, respectivamente, durante 24 horas. Depois esses grãos foram divididos em seis parcelas de 25 grãos e colocados nos potes de vidro (0,0017m<sup>3</sup>), e submetidos à fumigação nas doses estabelecidas dos três óleos, separadamente, durante 24 horas. As testemunhas não receberam aplicação alguma. As diferentes doses dos óleos foram aplicadas com micropipetador em papel filtro de 5,5 cm de diâmetro já fixado a potes de vidro (0,0017m<sup>3</sup>) por fita adesiva. Posteriormente, os grãos foram colocados nos potes e estes vedados com papel filme PVC e a tampa plástica, dando início à fumigação. Após, os grãos foram retirados dos potes e divididos em cinco parcelas de cinco grãos, sendo estas colocadas em placas de Petri e acondicionadas à 25±2°C. Houve, portanto, cinco repetições por tratamento. Nesses ensaios foram observados o número total de ovos e o número de ovos viáveis, assim como o número de insetos emergidos, decorridos 40 dias da introdução dos casais, por tratamento. Os experimentos foram instalados obedecendo ao delineamento inteiramente casualizado em esquema

fatorial, constando de três óleos essenciais, uma testemunha, cinco doses e cinco repetições, para cada espécie de caruncho. A comparação entre as médias dos tratamentos foi feita pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A menor porcentagem de ovos viáveis (em relação ao número total de ovos) e a menor porcentagem de adultos emergidos (em relação ao número total de ovos viáveis) foi para *C. maculatus* (Tabela 1). A menor porcentagem de ovos viáveis foi ocasionada pelo óleo essencial *Eucalyptus staigeriana*, depois pelo óleo de *Eucalyptus citriodora* e, por último, pelo óleo de *Eucalyptus globulus*. Os óleos de *E. citriodora* e *E. staigeriana* ocasionaram praticamente a mesma porcentagem de insetos emergidos, sendo esta menor que a ocorrida com *E. globulus* (Tabela 1). A porcentagem de ovos viáveis diminuiu conforme o aumento nas doses de óleos essenciais, sendo menor para a dose mais alta de 25  $\mu\text{L}$ . A fumigação com as doses de 5 e 10  $\mu\text{L}$  ocasionaram porcentagens de emergência de insetos estatisticamente iguais. A fumigação com as doses de 15, 20 e 25  $\mu\text{L}$  dos óleos essenciais provocaram as menores porcentagens de adultos emergidos, sendo estas praticamente iguais (Tabela 1).

A Tabela 2 mostra que houve interações entre os insetos testados, os óleos dos ensaios e as doses usadas no processo de fumigação do experimento para os parâmetros de porcentagem de ovos viáveis e porcentagem de adultos emergidos.

Na interação insetos e óleos, *Z. subfasciatus* e *C. maculatus* tiveram as maiores porcentagens de ovos viáveis quando submetidos ao tratamento com óleo essencial de *E. globulus*. Os óleos de *E. citriodora* e *E. staigeriana* causaram as menores porcentagens de ovos viáveis, sendo as mesmas mais baixas para *C. maculatus* (Tabela 3).

Na interação insetos e doses, a porcentagem de ovos viáveis foi maior para as teste-

**Tabela 1. Viabilidade de ovos e de adultos de *Zabrotes subfasciatus* e *Callosobruchus maculatus* submetidos a tratamentos com óleos essenciais de *Eucalyptus citriodora*, *Eucalyptus globulus* e *Eucalyptus staigeriana* em diferentes doses. Jaboticabal, SP, 2006.**

|   |                                 | Ovos viáveis (%) <sup>1</sup> | Insetos emergidos (%) <sup>1</sup> |
|---|---------------------------------|-------------------------------|------------------------------------|
| Insetos                                     | <i>Zabrotes subfasciatus</i>    | 33,83a                        | 52,87a                             |
|   | <i>Callosobruchus maculatus</i> | 30,41b                        | 20,00b                             |
|   | Teste F                         | 9,96**                        | 135,42**                           |
|   | DMS (5%)                        | 2,14                          | 5,58                               |
| Óleos                                       | <i>Eucalyptus citriodora</i>    | 21,98b                        | 22,61b                             |
|   | <i>Eucalyptus globulus</i>      | 56,43a                        | 63,89a                             |
|   | <i>Eucalyptus staigeriana</i>   | 17,94c                        | 22,80b                             |
|   | Teste F                         | 507,53**                      | 94,53**                            |
|   | DMS (5%)                        | 3,14                          | 8,19                               |
| Doses<br>( $\mu\text{L}/0,0017\text{m}^3$ ) | Testemunha                      | 76,27a                        | 55,75a                             |
|   | 5                               | 42,87b                        | 43,75ab                            |
|   | 10                              | 28,28c                        | 44,08ab                            |
|   | 15                              | 19,99d                        | 30,44bc                            |
|   | 20                              | 15,81d                        | 21,67c                             |
|   | 25                              | 9,49e                         | 22,91c                             |
|   | Teste F                         | 340,73**                      | 15,40**                            |
|   | DMS (5%)                        | 5,42                          | 14,14                              |

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente entre si ao nível de 1% de probabilidade.

**Tabela 2. Resultado do Teste F para as interações *Zabrotes subfasciatus* e *Callosobruchus maculatus* (insetos), *Eucalyptus citriodora*, *Eucalyptus globulus* e *Eucalyptus staigeriana* (óleos) e testemunha, com 5, 10, 15, 20 e 25  $\mu\text{L}$  (doses). Jaboticabal, SP, 2006.**

| Interações              | Teste F (% ovos viáveis) | Teste F (% insetos emergidos) |
|-------------------------|--------------------------|-------------------------------|
| insetos x óleos         | 96,03**                  | 3,14**                        |
| insetos x doses         | 48,50**                  | 8,96**                        |
| óleos x doses           | 24,74**                  | 8,33**                        |
| insetos x óleos x doses | 11,95**                  | 4,46**                        |
| CV(%)                   | 22,64                    | 51,99                         |

\*\* Diferem significativamente ao nível de 1% de probabilidade.

**Tabela 3. Desdobramento da interação insetos (I) x óleos (O) para porcentagem de ovos viáveis. Jaboticabal, SP, 2006.**

| I x O   | O1 <sup>1</sup> | O2      | O3      | Teste F  |
|---------|-----------------|---------|---------|----------|
| I1      | 31,02Ba         | 47,82Ab | 22,65Ca | 93,12**  |
| I2      | 12,94Bb         | 65,05Aa | 13,23Bb | 510,43** |
| Teste F | 92,63**         | 84,20** | 25,18** |          |

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha, e minúscula na coluna, não diferem significativamente entre si ao nível de 1% de probabilidade.

I1=*Zabrotes subfasciatus*; I2=*Callosobruchus maculatus*.

O1=*Eucalyptus citriodora*; O2=*Eucalyptus globulus*; O3=*Eucalyptus staigeriana*.

Tabela 4. Desdobramento da interação insetos (I) x doses (D) para porcentagem de ovos viáveis. Jaboticabal, SP, 2006.

| I x D   | D1 <sup>1</sup>    | D2       | D3      | D4      | D5       | D6      | Teste F  |
|---------|--------------------|----------|---------|---------|----------|---------|----------|
| I1      | 73,96Aa            | 61,94Ba  | 33,41Ca | 17,19Db | 10,09DEb | 6,39Eb  | 226,49** |
| I2      | 78,57Aa            | 23,81Bb  | 23,15Bb | 22,80Ba | 21,52Ba  | 12,59Ca | 162,74** |
| Teste F | 3,00 <sup>ns</sup> | 206,08** | 14,92** | 4,47*   | 18,51**  | 5,45*   |          |

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha, e minúscula na coluna, não diferem significativamente entre si ao nível de 5% de probabilidade.

I1=*Zabrotes subfasciatus*; I2=*Callosobruchus maculatus*.

D1=testemunha; D2=5 µL; D3=10 µL; D4=15 µL; D5= 20 µL; D6=25 µL.

Tabela 5. Desdobramento da interação óleos (O) x doses (D) para porcentagem de ovos viáveis. Jaboticabal, SP, 2006.

| O x D   | D1 <sup>1</sup>    | D2      | D3       | D4       | D5       | D6      | Teste F  |
|---------|--------------------|---------|----------|----------|----------|---------|----------|
| O1      | 73,11Aa            | 31,86Bb | 19,94Cb  | 6,97Db   | 0,0Db    | 0,0Db   | 147,73** |
| O2      | 78,36Aa            | 67,98Ba | 63,34Ba  | 53,01Ca  | 47,43Ca  | 28,48Ca | 58,06**  |
| O3      | 77,33Aa            | 28,77Bb | 1,56Cc   | 0,0Cb    | 0,0Cb    | 0,0Cb   | 184,42** |
| Teste F | 1,46 <sup>ns</sup> | 89,84** | 190,20** | 156,86** | 141,77** | 51,11** |          |

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha, e minúscula na coluna, não diferem significativamente entre si ao nível de 1% de probabilidade.

O1=*Eucalyptus citriodora*; O2=*Eucalyptus globulus*; O3=*Eucalyptus staigeriana*

D1=testemunha; D2=5 µL; D3=10 µL; D4=15 µL; D5= 20 µL; D6=25 µL

Tabela 6. Desdobramento da interação insetos (I) x óleos (O) para porcentagem de insetos emergidos. Jaboticabal, SP, 2006.

| I x O   | O1 <sup>1</sup> | O2      | O3      | Teste F |
|---------|-----------------|---------|---------|---------|
| I1      | 43,88Ba         | 76,80Ab | 37,92Ba | 36,65** |
| I2      | 1,33Bb          | 50,99Ab | 7,68Bb  | 61,02** |
| Teste F | 75,64**         | 27,85** | 38,20** |         |

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha, e minúscula na coluna, não diferem significativamente entre si ao nível de 1% de probabilidade.

I1=*Zabrotes subfasciatus*; I2=*Callosobruchus maculatus*

O1=*Eucalyptus citriodora*; O2=*Eucalyptus globulus*; O3=*Eucalyptus staigeriana*

munhas de *Z. subfasciatus* e *C. maculatus*, sendo diminuída conforme houve aumento nas doses dos óleos. As porcentagens de ovos viáveis de *C. maculatus* foram maiores que as de *Z. subfasciatus* para as doses de 15, 20 e 25 µL (Tabela 4).

Na interação óleos e doses, para as doses de 5, 10, 15, 20 e 25 µL do óleo essencial de *E. staigeriana*, ocorreram as menores porcentagens de ovos viáveis (Tabela 5).

Na interação insetos e óleos, *Z. subfasciatus* e *C. maculatus* tiveram as maiores porcentagens de adultos emergidos quando os

grãos foram tratados com o óleo essencial de *E. globulus*, sendo que os três óleos testados causaram menores porcentagens de insetos emergidos para *C. maculatus* (Tabela 6).

Na interação insetos e doses, todas as doses provocaram porcentagem de insetos emergidos estatisticamente iguais para *C. maculatus*. Entre os dois insetos, *C. maculatus* teve as menores porcentagens de emergência de adultos para todas as doses testadas (Tabela 7).

Na interação óleos e doses, as diferentes doses do óleo essencial de *E. staigeriana*,

Tabela 7. Desdobramento da interação insetos (I) x doses (D) para porcentagem de insetos emergidos. Jaboticabal, SP, 2006.

| I x D   | D1 <sup>1</sup> | D2      | D3      | D4      | D5                 | D6                 | Teste F |
|---------|-----------------|---------|---------|---------|--------------------|--------------------|---------|
| I1      | 76,03Aa         | 71,13Aa | 71,64Aa | 44,20Ba | 26,98Ba            | 27,22Ba            | 21,94** |
| I2      | 35,46Ab         | 16,37Ab | 16,52Ab | 16,69Ab | 16,37Aa            | 18,60Aa            | 2,42*   |
| Teste F | 34,38**         | 62,67** | 63,48** | 15,81** | 2,35 <sup>ns</sup> | 1,55 <sup>ns</sup> |         |

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha, e minúscula na coluna, não diferem significativamente entre si ao nível de 5% de probabilidade.

I1=*Zabrotes subfasciatus*; I2=*Callosobruchus maculatus*.

D1=testemunha; D2=5 µL; D3=10 µL; D4=15 µL; D5= 20 µL; D6=25 µL.

Tabela 8. Desdobramento da interação óleos (O) x doses (D) para porcentagens de insetos emergidos. Jaboticabal, SP, 2006.

| O x D   | D1 <sup>1</sup> | D2       | D3       | D4       | D5      | D6      | Teste F            |
|---------|-----------------|----------|----------|----------|---------|---------|--------------------|
| O1      | 36,83Ab         | 35,83Ab  | 41,33Aab | 21,66ABb | 0,0Bb   | 0,0Bb   | 9,75**             |
| O2      | 63,04Aa         | 55,98Aa  | 60,91Aa  | 69,68Ba  | 65,03Aa | 68,73Aa | 0,72 <sup>ns</sup> |
| O3      | 67,38Aa         | 39,45Bab | 30,00Bb  | 0,0Cc    | 0,0Cb   | 0,0Cb   | 21,59**            |
| Teste F | 7,61**          | 3,21*    | 6,81**   | 35,42**  | 39,27** | 43,87** |                    |

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha, e minúscula na coluna, não diferem significativamente entre si ao nível de 5% de probabilidade.

O1=*Eucalyptus citriodora*; O2=*Eucalyptus globulus*; O3=*Eucalyptus staigeriana*.

D1=testemunha; D2=5 µL; D3=10 µL; D4=15 µL; D5= 20 µL; D6=25 µL.

tiveram as menores porcentagens de adultos emergidos (Tabela 8).

Diversos autores obtiveram resultados igualmente positivos com o uso de óleos no controle de carunchos. SU *et al.* (1972), estudando os efeitos de diversos tipos de óleos extraídos de frutos cítricos no controle de *C. maculatus* em feijão armazenado, verificaram que houve redução significativa na oviposição e emergência de adultos deste inseto. VASCONCELOS *et al.* (1995) verificaram que o óleo extraído de folhas de canela e misturado aos grãos de feijão foi eficiente no controle de *Z. subfasciatus* durante um período de até três meses de armazenamento,

provocando mortalidade, redução de ovos férteis e da emergência de adultos.

Com os resultados obtidos pode-se concluir que: o processo de fumigação com óleos essenciais de plantas do gênero *Eucalyptus* mostra-se eficiente no controle de *Zabrotes subfasciatus* e *Callosobruchus maculatus*; as porcentagens de ovos viáveis e as de adultos emergidos das duas espécies de carunchos sofrem redução com a aplicação dos três óleos essenciais e os óleos de *Eucalyptus staigeriana* e *Eucalyptus citriodora* tiveram as menores porcentagens de ovos viáveis e insetos emergidos para os dois carunchos.

## RESUMEN

BRITO J. P., R. C. BAPTISTUSSI, M. FUNICHELLO, J. E. M. OLIVEIRA, S. A. DE BORTOLI. 2006. Efecto de aceites esenciales de *Eucalyptus* spp. sobre *Zabrotes subfasciatus* (Boh., 1833) (Coleoptera: Bruchidae) y *Callosobruchus maculatus* (Fabr., 1775) (Coleoptera: Bruchidae) en dos especies del frijoles. *Bol. San. Plagas*, 32: 573-580.

Entre las plagas que inciden sobre los granos almacenados de los frijoles *Phaseolus vulgaris* L. y *Vigna unguiculata* (L.) Walp., se destacan los gorgojos *Zabrotes subfasciatus* y *Callosobruchus maculatus*. El presente trabajo tuvo por objetivo evaluar los efectos

de los aceites esenciales de *Eucalyptus citriodora*, *Eucalyptus globulus* y *Eucalyptus staigeriana* sobre la oviposición y el número de insectos emergidos de estos gorgojos. Los tests fueron realizados en laboratorio a una temperatura de  $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ , humedad relativa de  $60\pm 10\%$  y 12 horas de fotofase. En todos los tests se utilizó el proceso de fumigación con dosis de 5, 10, 15, 20 y 25  $\mu\text{L}$  de aceite/0.0017 $\text{m}^3$ , y cada especie se testó aisladamente con *Z. subfasciatus* y, posteriormente, con *C. maculatus*. En esos tests se observó el número total de huevecillos, número de huevecillos viables y el número de insectos emergidos. El proceso de fumigación con aceites esenciales de plantas del género *Eucalyptus* se muestra eficiente en el control de *Z. subfasciatus* y *C. maculatus*, ya que provoca la reducción de los porcentajes de huevecillos viables y de insectos emergidos de las dos especies de gorgojos y los aceites de *E. staigeriana* y *E. citriodora*, tuvieron las menores porcentajes de huevecillos viables e insectos emergidos para los dos gorgojos.

**Palabras clave:** fumigación, gorgojos del frijol, insecticidas naturales, plagas de granos almacenados.

#### ABSTRACT

BRITO J. P., R. C. BAPTISTUSSI, M. FUNICHELLO, J. E. M. OLIVEIRA, S. A. DE BORTOLI. 2006. Effect of essential oils of *Eucalyptus* spp. under *Zabrotes subfasciatus* (Boh., 1833) (Coleoptera: Bruchidae) and *Callosobruchus maculatus* (Fabr., 1775) (Coleoptera: Bruchidae) in two beans species. *Bol. San. Veg. Plagas*, 32: 573-580.

Among the pests that attack the stored grains of the beans *Phaseolus vulgaris* L. and *Vigna unguiculata* (L.) Walp., they stand out the *Zabrotes subfasciatus* (Mexican bean weevil) and *Callosobruchus maculatus* (cowpea weevil). The objective of this work was to evaluate the effects of the essential oils of *Eucalyptus citriodora*, *Eucalyptus globulus* and *Eucalyptus staigeriana* on the oviposition and number of emerged insects to two species of woodworms. The tests were led at laboratory to the temperature of  $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ , relative humidity of  $60\pm 10\%$  and 12 hours of photophasis. In all the tests the fumigation process was used with doses of 5, 10, 15, 20 and 25 oil  $\mu\text{L}/0.0017\text{m}^3$ , and each vegetable species was tested separately with *Z. subfasciatus* and *C. maculatus*. In those tests it was observed the total number of eggs, number of viable eggs and the number of emerged insects. The process of fumigation with essential oils of plants of the *Eucalyptus* sort reveals efficient in the control of *Z. subfasciatus* and *C. maculatus*, since it provokes reduction of the percentages of viable eggs and emerged insects of the two species of woodworms and the *E. staigeriana* oil and *E. citriodora* oil had the lesser percentages of viable eggs and insects emerged for the two woodworms.

**Key words:** fumigation, Mexican bean weevil, cowpea weevil, natural's insecticides, stored grains pests.

#### REFERÊNCIAS

- BONDAR, G., 1936. Notas biológicas sobre bruquídeos observados no Brasil. *Arquivos do Instituto Biológico*, 3(1): 7-44.
- CELESTINO FILHO, P., ALMEIDA, A. A. 1980. Efeitos de infestação do *Acanthoscelides obtectus* (Say., 1831) com diferentes níveis, em feijão armazenado. In: Congresso Brasileiro de Entomologia, 6., 1980, Campinas. Resumos. Campinas: SEB, p.29.
- FERREIRA, A. M. 1960. Subsídios para o estudo de uma praga do feijão (*Zabrotes subfasciatus* Boh.-Coleoptera, Bruchidae) dos climas tropicais. *Garcia de Orta*, 8 (3): 559-581.
- GALLO, D., NAKANO, O., SILVEIRA NETO, S., CARVALHO, R. P. L., BATISTA, G. C., BERTI FILHO, E., PARRA, J. R. P., ZUCCHI, R. A., ALVES, S. B., VENDRAMIM, J. D., MARCHINI, L. C., LOPES, J. R. S., OMOTO, C. 2002. Entomologia agrícola. Piracicaba: FEALQ, 920p.
- GUZMÁN-MALDONADO, S. H., MARÍN-JARILLO, A., CASTELLANOS, J. Z., GONZÁLEZ de MEJÍA, E., ACOSTA-GALLEGOS, J. A. 1996. Relationship between physical and chemical characteristics and susceptibility to *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) (Coleoptera: Bruchidae) and *Acanthoscelides obtectus* (Say.) in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) varieties. *Journal of Stored Products Research*, 32: 53-58.
- HARLAN, J. R. 1975. Crops and man. Madison: American Society of Agronomy and Crop Science Society of America, 294p.
- HOWE, R. W., CURRIE, J. E. 1964. Some laboratory observations on the rates of development, mortality and oviposition of several species of bruchidae breeding in stored pulses. *Bulletin of Entomological Research*, 55 (3): 437-477.

- OLIVEIRA, J. V. 1978. *Toxicidade relativa de inseticidas para Callosobruchus maculatus* (Fabr., 1775), *Zabrotes subfasciatus* (Boh., 1833) e *Acanthoscelides obtectus* (Say., 1831) (Col., Bruchidae) e seus efeitos na mortalidade, oviposição e emergência das espécies, em condições de laboratório. Tese (Doutorado) Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba. 105f.
- OLIVEIRA, J. V. 1997. Controle de pragas de grãos armazenados com substâncias de origem vegetal. In: Congresso Brasileiro de Entomologia, 16., 1997, Salvador. Resumos. Salvador: SEB, p.10.
- PEREIRA, P. A. A., YOKOYAMA, M., QUINTELA, E. D., BLISS, F. A. 1995. Controle do caruncho *Zabrotes subfasciatus* (Bohemian, 1833) (Coleoptera: Bruchidae) pelo uso de proteína da semente em linhagens quase isogênicas de feijoeiro. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, **30** (8): 1031-1034.
- SANTOS, J. H. R., VIEIRA, F. V. 1971. Ataque do *Callosobruchus maculatus* F. à *Vigna sinensis* Endl. I – Influência sobre o poder germinativo de sementes da cv. Seridó. *Ciência Agronômica*, **1** (2): 71-74.
- SCHOONHOVEN, A. van., CARDONA, C. 1982. Low levels of resistance to the Mexican bean weevil in dry beans. *Journal of Economic Entomology*, **75** (4): 567-569.
- SU, H. C. F., SPEIRS, R. D., MAHANY, P. G., 1972. Citrus oils as protectants of black-eyed peas against cowpea weevils: laboratory evaluation. *Journal of Economic Entomology*, **65** (5): 1433-1436.
- TAYLOR, T. A., 1974. Observation on the effects of initial population densities in culture, and humidity on the production of "active" females of *Callosobruchus maculatus* (F.). *Journal of Stored Products Research*, **10** (2): 113-122.
- VASCONCELOS, H. L., OLIVEIRA, J. V., PEREIRA, J. L. L., SILVA, R. L. X., ALBUQUERQUE, E. L., FERREIRA, A. C. 1995. Influência de óleos vegetais na produção de grãos de feijão *Phaseolus vulgaris* contra o ataque de *Zabrotes subfasciatus*. In: Congresso Brasileiro de Entomologia, 15., 1995, Caxambu. Resumos. Caxambu: SEB, p.809.

(Recepción: 21 febrero 2006)

(Aceptación: 17 julio 2006)

## Control Biológico de *Phoracantha* sp. (Coleoptera, Cerambycidae) por *Avetianella longoi* Siscaro (Hymenoptera, Encyrtidae) en la provincia de Huelva

P. BORRAJO CUDER, R. OCETE RUBIO, G. LÓPEZ, M. A. LÓPEZ MARTÍNEZ, F. RUIZ FERNÁNDEZ

En el presente trabajo se estudian los índices referentes a la parasitización en campo de *Phoracantha* sp. por su parasitoide específico *Avetianella longoi*, así como la dinámica poblacional de la plaga, para evaluar el resultado del programa de lucha biológica que se está llevando a cabo en la provincia de Huelva. Las distintas variables analizadas indican la eficiente progresión del control poblacional de la plaga, aunque por el momento la población plaga aún se encuentra en proceso de expansión.

P. BORRAJO CUDER, G. LÓPEZ, F. RUIZ FERNÁNDEZ. Centro de Investigación y Tecnología de ENCE. Crtra. Madrid-Huelva, Km. 630- 21080. Huelva. e-mail. pborrajo@us.es  
R. OCETE RUBIO, M. A. LÓPEZ MARTÍNEZ. Laboratorio de Zoología Aplicada. Facultad de Biología Universidad de Sevilla. Avda. Reina Mercedes. 6. 41012 - Sevilla. e-mail: amene@us.es

**Palabras clave:** Control Biológico, *Phoracantha*, *Avetianella longoi*, Huelva.

### INTRODUCCIÓN

El género *Eucalyptus*, originario de Australia, ha sido introducido en muchos países debido a su elevada productividad y a su excelente capacidad de adaptación, ya que tradicionalmente ha estado libre del ataque de plagas en las áreas de expansión. De hecho, hasta la aparición en España de *Phoracantha semipunctata* (CADAHIA, 1981), estos árboles apenas si habían sufrido el ataque de especies plaga en la Península Ibérica.

*Phoracantha* sp. (Coleoptera, Cerambycidae) es un insecto que constituye una plaga del género *Eucalyptus* originario de Australia, país donde no alcanza el umbral de plaga. *Phoracantha semipunctata* Fabricius ha sufrido un proceso de dispersión a lo largo de los años que le ha permitido colonizar amplias zonas de climas templados y cálidos de todo el mundo, detectándose por

primera vez en España a principios de los años 80 (CADAHIA, 1981).

Se trata de un insecto de hábitos crepusculares y nocturnos, que durante el día permanece oculto bajo la corteza de los eucalipptos (Figura 1). La hembra, sirviéndose de su largo oviscapto, deposita su puesta en ranuras bajo la corteza del árbol (Figura 2). Las larvas neonatas penetran en el floema alimentándose del cambium (Figura 3). El daño que provoca consiste en el anillamiento y, en la mayor parte de los casos, la muerte del árbol atacado (Figura 4). En el sur de la provincia de Huelva, así como en otras regiones de clima cálido, pueden darse dos generaciones anuales. Sin embargo, en el norte de la provincia y en otras zonas más frías únicamente se completa una generación (GONZÁLEZ TIRADO, 1992).

En su país nativo, el daño producido por *P. semipunctata* no tiene importancia econó-

mica, ya que está limitado por la combinación de resistencia y vigor del hospedador y la presencia de enemigos naturales que atacan a todos los estadios del ciclo de la plaga (TURNBULL y PRYOR, 1978).

Dada la biología críptica de la mayor parte de los estadios de este coleóptero y el solapamiento de sus ciclos, la utilización de control químico no resultaría rentable económicamente, ya que serían necesarios tratamientos continuados de grandes extensiones para poder controlar los adultos. Es por ello que tradicionalmente se han puesto en práctica diversos métodos culturales como el empleo de árboles cebo, en los que se concentra la oviposición, que son posteriormente eliminados, la elección de especies menos susceptibles, etc. Asimismo el control biológico parece ser una muy buena opción de lucha contra esta plaga. Se han citado muchas especies de himenópteros parasitoides tanto de huevos como de larvas de *Phoracantha* (AUSTIN *et al.*, 1994). Entre los pri-



Figura 1. Adultos de *Phoracantha semipunctata*.

meros destaca *Avetianella longoi* Siscaro (Hymenoptera, Encyrtidae). La primera descripción de este insecto se realizó en Italia, apareciendo también citado en Portugal (SISCARO, 1992, LONGO *et al.*, 1993), asumiendo erróneamente en un principio que se trataba de una especie europea. Posteriormente, AUSTIN *et al.*, en 1994, descartó esta posibilidad, demostrando que se trata de un insecto originario de Australia, posiblemente introducido en la región mediterránea por medio de su huésped.

*Avetianella longoi* es un enemigo natural efectivo de *P. semipunctata* que, en Europa, alcanza tasas de parasitismo superiores al 90% (LONGO *et al.*, 1993) (Figura 5). Unido a estas altas tasas de parasitismo se encuen-



Figura 2. Puesta del coleóptero.



Figura 3. Larva de *Phoracantha sp.*



Figura 4. Daños producidos por la plaga.

tra el hecho de que, al ser oófago, es capaz de controlar la plaga antes de que la fase larvaria del insecto inicie su alimentación, reduciendo, por tanto, el daño (Figura 6). En el año 1998 se pudo constatar la presencia de forma espontánea en la provincia de Huelva



Figura 5. Adulto de *Avetianella longoi*.

(MANSILLA *et al.*, 1999), procedente, seguramente, de Portugal, donde fue introducido de forma accidental (HANKS *et al.*, 1995).

Debido a esto, se vio la oportunidad de iniciar un programa de control biológico utilizando este parasitoide. Las primeras experiencias en España se llevaron a cabo en la Estación Fitopatológica Do Areeiro, en la provincia de Pontevedra, en 1997 y un año después se iniciaría en el Centro de Investigación y Tecnología del Grupo Empresarial ENCE, en la provincia de Huelva. Una vez lograda la producción masiva, se seleccionaron parcelas atacadas donde colocar un árbol cebo en el que se depositaban huevos parasitizados de los que emergerían gran cantidad de parasitoides, con objeto de buscar la dispersión y asegurar la presencia del himenóptero en la provincia.

Otra especie del género; *Phoracantha recurva* Newman, que también constituye potencialmente una importante plaga del eucalipto, fue citada por primera vez en la región mediterránea, concretamente en Ceuta, en 1998 (RUIZ y BARRANCO, 1998). Poco tiempo después es citada en la Península Ibérica, en Andalucía (BERCEDO y BAHILLO, 1998 y 1999 ). Esta especie posee ciertas ventajas ecológicas con respecto a la anteriormente citada, ya que tiene un desarrollo larvario más corto y sus puestas son menos vulnerables a la parasitización por *A. longoi*. Estas ventajas ecológicas le han permitido colonizar los eucaliptares y desplazar



Figura 6. Huevos de *Phoracantha semipunctata* parasitizados.

a *P. semipunctata* en el sur de California (LUHRING *et al.*, 2000, PAINE *et al.*, 2000).

En el presente trabajo se muestran los resultados de diferentes análisis de la evolución de parámetros poblacionales y de parasitismo de sendas poblaciones de insectos durante los años 2002 al 2004.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Para la realización de este trabajo, se instalaron seis parcelas permanentes de muestreo repartidas en distintas zonas de la provincia de Huelva, ya que, atendiendo a criterios edáficos y climáticos que marcan el desarrollo del eucalipto y determinan, por tanto, la virulencia de la plaga, ésta puede dividirse en tres zonas principales: la zona de Litoral, la comarca del Andévalo y la Sierra (TOVAL y SORIA, 1995). Por este motivo se seleccionaron aleatoriamente dos parcelas en cada una de estas áreas, en las que se realizó un seguimiento mensual de la población de *Phoracantha* sp., así como de la parasitación por *A. longoi*. Para ello, se instaló previamente un árbol cebo, (GONZALEZ TIRADO, 1990), esto es, un árbol sano cortado en trozas de aproximadamente 1 m que son apiladas y cubiertas por la copa de dicho árbol (Figura 7) (MARTÍNEZ EGEA, 1982) en el centro de la parcela y, transcurridos un mínimo de siete días, se recolectaron del mismo todas las puestas presentes de *Phoracantha* sp., así como todos los imagos encontrados. En el Cuadro 1 se enumeran y en la Figura 8 se ubican las parcelas objeto de muestreo continuo. A todas las puestas recolectadas en cada pila se les realizó un seguimiento de parasitación en laboratorio, contabilizando el número total de huevos, de avispas emergidas y de larvas.

Para proceder a dicho seguimiento de parasitación y a un estudio poblacional de la plaga, se definieron las siguientes variables:

**Nº de Imagos Capturados ( $N_i$ ):** número de adultos capturados para cada parcela y en cada muestreo.

**Nº de Puestas Muestreadas ( $n_p$ ):** total de puestas recolectadas en el cebo en cada parcela y muestreo, independientemente de



Figura 7. Árbol cebo.

su estado de desarrollo. Se procuró en todos los muestreos adelantarse a la eclosión de las larvas.

**% de Puestas Parasitizadas (%pp):** se consideraron puestas parasitizadas aquellas de las que al menos emergía un parasitoide en los siguientes 30 días al muestreo.

**% de Parasitación (%p):** para la submuestra de puestas parasitizadas se realizó un seguimiento del número de huevos parasitizados, expresándose el porcentaje de estos para cada puesta.

**% de Avetianellas por huevo (%A):** porcentaje de himenópteros emergidos del total de huevos parasitizados.

**% de Control de la Plaga (%C):** 100 - porcentaje de larvas de *Phoracantha* emergidas de la puesta.

A través de un análisis de varianza multifactorial (ANOVA), se analizó la influencia del año de muestreo, la parcela muestreada y

Cuadro 1. Parcelas muestreadas y su ubicación en la provincia de Huelva. AR= zona de Litoral; PZ= zona de Andévalo; SR= zona de Sierra.

| PARCELA | FINCA               | TIPO DE MASA | CLAVE DE PARCELA CLP | TÉRMINO MUNICIPAL    | LATITUD          | LONGITUD        | ALTITUD (m) |
|---------|---------------------|--------------|----------------------|----------------------|------------------|-----------------|-------------|
| 1       | La Huerta del Conde | Brinzales    | AR-1                 | Beas                 | 37° 27' 11.8497" | 7° 32' 16.6859" | 109         |
| 2       | Purchena            | Brinzales    | AR-2                 | Manzanilla           | 37° 21' 37.5250" | 6° 26' 7.9175"  | 159         |
| 3       | Los Lirios          | Brinzales    | PZ-1                 | Alosno               | 37° 34' 1.0381"  | 7° 11' 0.2420"  | 190         |
| 4       | Tharsis I           | Chirpiales   | PZ-2                 | Calañas              | 37° 42' 55.2193" | 6° 53' 1.2184"  | 204         |
| 5       | La Zarzuela         | Brinzales    | SR-1                 | Higuera de la Sierra | 37° 49' 16.1882" | 6° 26' 18.4273" | 499         |
| 6       | La Corte Sonoble    | Chirpiales   | SR-2                 | Aroche               | 38° 0' 51.7432"  | 6° 54' 19.5465" | 559         |

el mes de muestreo sobre el número de imagos capturados, puestas muestreadas, % parasitización, nº de Avetianellas por huevo y el % de Control de la plaga para los años 2002, 2003 y 2004 (Statgraphics Plus® 5.1) empleando el siguiente modelo estadístico:

$$X_{ijk} = \mu + A_i + P_j + M_k + AP_{ij} + AM_{ik} + PM_{jk} + APM_{ijk}$$

Donde **X** es el vector de observación,  $\mu$ , la media, **A**, el año de muestreo, **P**, la parcela muestreada, **M**, el mes de muestreo, **AP**, la interacción entre el año y la parcela muestreada, **AM**, la interacción entre el año y el mes de muestreo, **PM**, la interacción entre la parcela muestreada y el mes de muestreo y **APM**, la triple interacción.

Cabe destacar que para el caso concreto del análisis de las variables % de Parasitización, Avetianellas por huevo y % de Control de la plaga, no se pudo evaluar la interacción **PM**, ya que no todos los meses de muestreo se localizaban puestas del coleóptero.

También se realizó un análisis de regresión entre el número de avispas emergidas por huevos totales de la puesta y el % de control de la plaga obtenido en cada puesta del coleóptero, adecuado al siguiente modelo:

$$y = a_0 + b_0x$$

Donde, **y** corresponde al % de control de la plaga (%C) y **x** al % de avispas por huevo (%A).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos durante los estudios llevados a cabo en los años 2003 y 2004 fueron representados gráficamente para una interpretación más adecuada de los mismos.

### *Nº de imagos capturados ( $N_j$ ).*

La evolución de las capturas de imagos del año 2003 (Figura 9) deja patentes las dos generaciones que la plaga presenta en las zonas de Litoral y Andévalo, tal como constata GONZÁLEZ TIRADO (1992), a excepción de la parcela AR-1, donde se ve un solo pico de capturas correspondiente a la generación estival. La escasa relevancia de la generación primaveral en dicha parcela podría explicarse basándose en las condiciones atmosféricas dominantes durante ese periodo de 2003, recogidas por la estación meteorológica más cercana a la parcela, la situada en el municipio de Valverde del Camino (Huelva). Tales condiciones consistieron en fuertes lluvias, que incluso superaron los 100 mm mensuales, y en un descenso de las temperaturas con respecto a la media. Por este motivo se deben tener en cuenta ambas variables a la hora de estudiar la biología del insecto.

En el año 2004, se puede observar una continuidad en el número de imagos capturados en la parcela AR-2, lo que implica un leve solapamiento de ambas generaciones en esta zona. En la parcela AR-1 vemos una

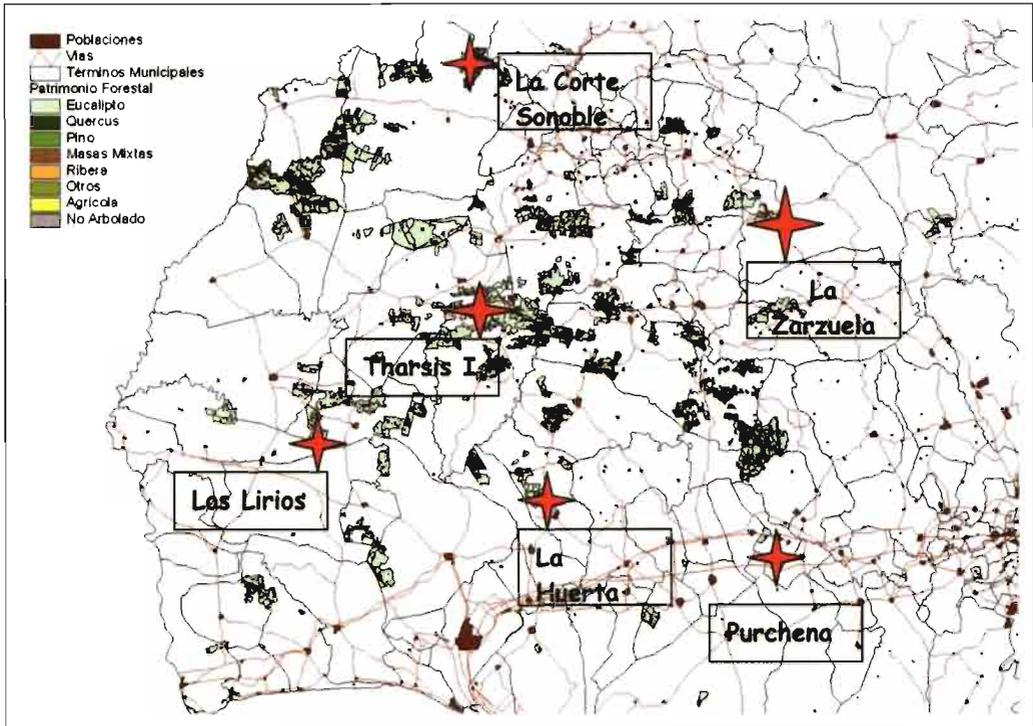


Figura 8. Ubicación de las diferentes parcelas en la provincia de Huelva.

prolongación de la segunda generación hasta el mes de noviembre (Figura 10).

En las parcelas de Sierra, en ambos años, se hace patente un único pico máximo de capturas, correspondiente a la única generación anual que el insecto presenta en dicha zona, ya que las condiciones no le son propicias (GONZÁLEZ TIRADO, 1992).

Se encontraron diferencias significativas en la interacción estudiada entre muestreo y parcela ( $P = 0.0003$ ), así como en la interacción año-muestreo ( $P = 0.0059$ ) (Figuras 21 y 22). Estos resultados eran esperables, conocidas las dos generaciones que presenta el insecto a lo largo del año en las zonas de Litoral y Andévalo y el único pico generacional en las zonas de Sierra (GONZÁLEZ TIRADO, 1992). Cabe también destacar las diferencias advertidas en la climatología de los dos años estudiados, a las que se hace mención anteriormente, y que explicarían dichas diferencias.

#### *Nº de Puestas Muestreadas ( $n_p$ ).*

Como se ve en la Figura 11, en el año 2003, se pueden observar las ya comentadas dos generaciones en las zonas de Litoral y Andévalo y una generación en las zonas de Sierra.

Utilizando esta variable como referencia, en el año 2004 no quedan muy patentes las dos generaciones anuales de la plaga en las zonas de Arenas y Andévalo. Sin embargo, atendiendo a la variable anterior, se puede observar que las dos generaciones de este año estuvieron presentes, lo que indica la existencia de un paralelismo entre el comienzo del periodo de vuelo de los adultos y el apareamiento.

En lo que respecta a las zonas de Sierra, se observa claramente el esperado pico estival (Figura 12).

El número de puestas muestreadas ha descendido en los últimos dos años ( $19.41 \pm$

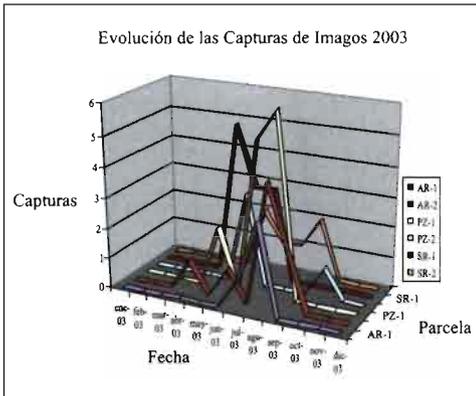


Figura 9. Evolución de capturas de imagos en el año 2003.

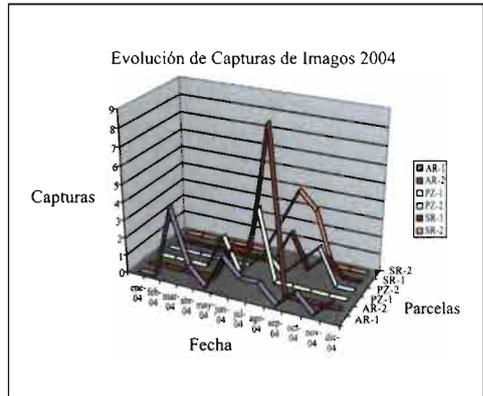


Figura 10. Evolución de las capturas de imagos en el año 2004.

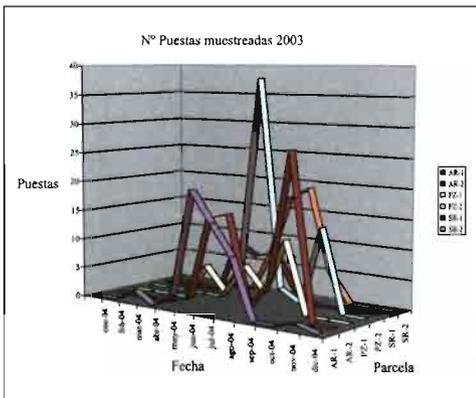


Figura 11. Nº de puestas muestreadas en el año 2003.

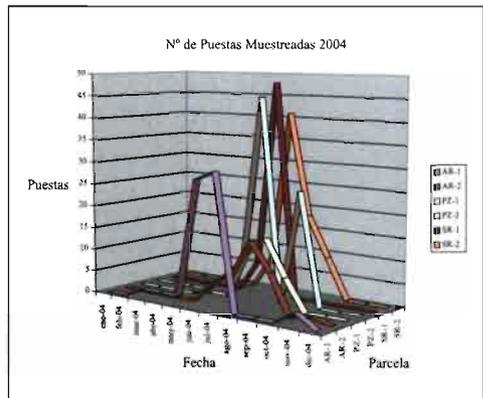


Figura 12. Nº de puestas muestreadas en el año 2004.

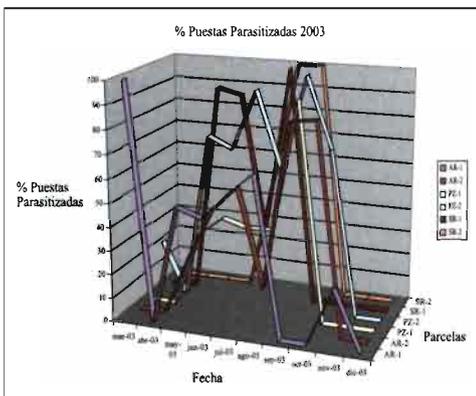


Figura 13. Porcentaje de puestas parasitizadas en el año 2003.

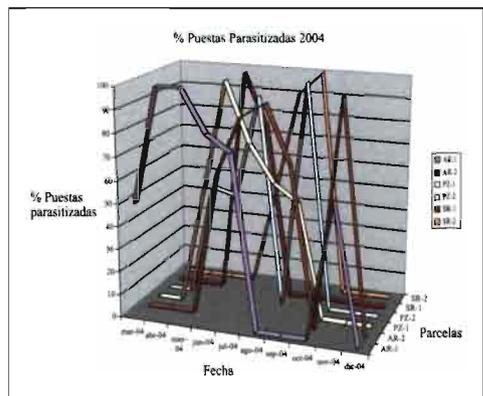


Figura 14. Porcentaje de puestas parasitizadas en el año 2004.

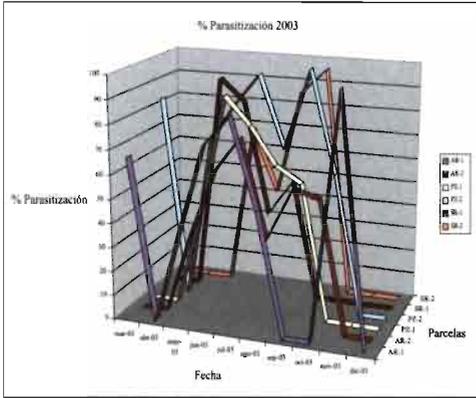


Figura 15. Porcentaje de parasitización en el año 2003.

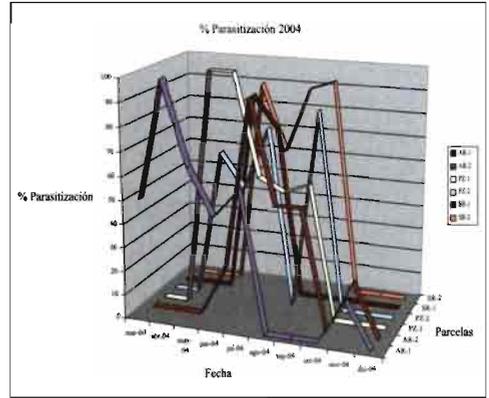


Figura 16. Porcentaje de parasitización en el año 2004.

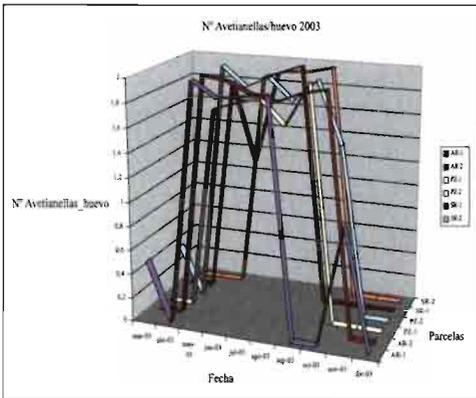


Figura 17. N° de Avetianellas por huevo parasitado en el año 2003.

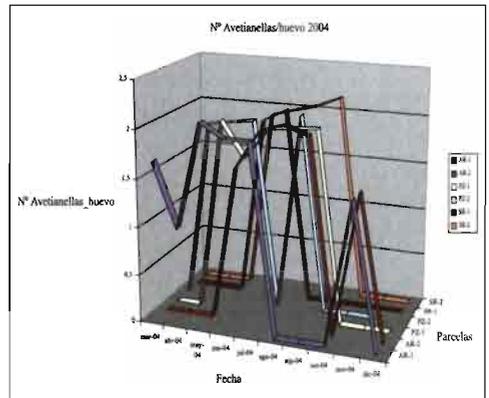


Figura 18. N° de Avetianellas por huevo parasitado en el año 2004.

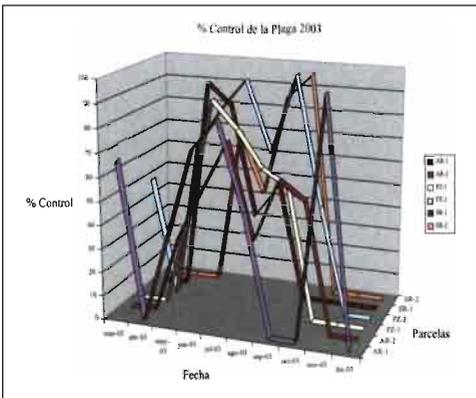


Figura 19. Porcentaje de Control de la plaga en el año 2003.

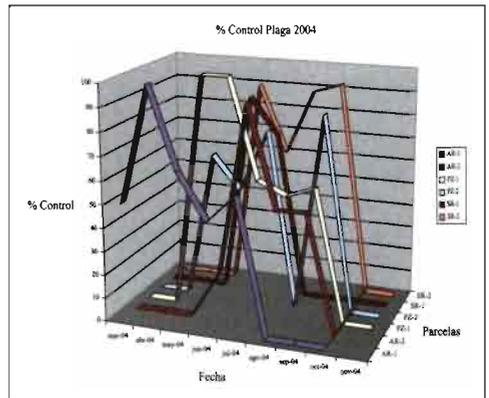


Figura 20. Porcentaje de Control de la plaga en el año 2004.

2.61, para 2002;  $6.59 \pm 2.61$ ; para 2003 y  $6.8 \pm 2.61$  para 2004, siendo las medias significativamente diferentes,  $P = 0.0088$ ). Estos resultados podrían ser achacables al éxito del programa de lucha biológica, es decir, a una consecuente merma de la población del insecto plaga debido a la presión que ejerce su parasitoide, lo que podría indicar la favorable progresión de la población del parasitoide en detrimento de la del huésped (RUIZ, 2003).

Asimismo, dicho descenso podría ser resultado de las condiciones meteorológicas de los años 2003 y 2004, las cuales, sobre todo en el último año, han sido más secas y calurosas que en año 2002, situación que favorecería la virulencia de la plaga al propiciar la aparición de estrés hídrico en las masas de eucaliptos. Esto nos lleva a pensar que el descenso en el nº de puestas en el foco no sería sino el reflejo de un aumento en el nivel de estrés hídrico de la masa arborícola que favorecería una mayor dispersión del insecto por la parcela, haciendo que el foco utilizado como cebo no ejerciese su función de concentrar un número significativo de puestas del coleóptero al ser éste atraído en la misma medida por los componentes volátiles desprendidos por otros árboles de la zona, también estresados.

Del mismo modo, el análisis de los datos correspondientes a la captura de imagos revela un descenso en los últimos tres años, lo que sería coherente con un descenso poblacional de la plaga como consecuencia del éxito del control biológico, aunque también podría ser debido a que el estrés generalizado de la masa influyese en los efectos de atracción de los focos.

Los análisis estadísticos demostraron la existencia de diferencias significativas entre las interacciones año-muestreo ( $P = 0.0075$ ) y año-parcela ( $P = 0.005$ ), pudiéndose explicar estos resultados del mismo modo que para la variable anterior ( $N_i$ ) (Figuras 23 y 24).

#### **%Puestas Parasitizadas (%pp)**

A excepción de las parcelas PZ-1 y PZ-2, para el año 2003, se observa en la Figura 13 cierta relación entre los picos mínimos de

porcentaje de puestas parasitizadas y los máximos de puestas muestreadas, al contrario de lo que cabría esperar, dada la gran eficacia del parasitoide (HANKS *et al.*, 1995), lo que implicaría un cierto desfase de ambos ciclos de vida. Este hecho podría estar en relación con las dinámicas poblacionales de ambos insectos, es decir, que, al menos bajo ciertas circunstancias climáticas, como las fuertes lluvias o bajas temperaturas registradas en dicho año, el parasitoide no fuese capaz de responder con rapidez al aumento poblacional de su huésped. Sin embargo, en las parcelas antes mencionadas esta tendencia parece invertirse, respuesta que sería lógica atendiendo a que el parasitoide es un agente de control biológico muy eficaz (HANKS *et al.*, 1995).

Con respecto a los datos correspondientes al año 2004 (Figura 14), los resultados parecen ajustarse más a lo esperado, es decir, se puede ver cómo el crecimiento poblacional del parasitoide, marcado por los máximos valores de % de puestas parasitizadas, corresponde con los máximos valores de puestas recolectadas, que indicarían un máximo poblacional del huésped.

#### **Porcentaje de Parasitización (%P).**

Se puede observar que los valores medios de parasitización en cada una de las parcelas estudiadas para el año 2003 (Figura 15) siguen siendo relativamente altos, sobre todo si tenemos en cuenta la falta de oportunidad de la muestra para ser parasitizada, dado que se recolectaban puestas demasiado recientes como para haber podido ser parasitizadas.

En el año 2004 (Figura 16), los valores más altos del porcentaje de huevos parasitizados concuerdan con los máximos valores de puestas muestreadas, registrados ambos en los meses cálidos.

Los valores medios de parasitización para este año son también bastante aceptables ( $66.25 \pm 4.42$ ), de hecho, la media general del año es muy parecida a la obtenida del año anterior ( $67.93 \pm 3.89$ ). Los valores de esta variable varían significativamente con respecto al mes en que se realizó el muestreo ( $P$

= 0.0059), siendo mínimo en octubre ( $50.1 \pm 7.71$ ) y máximo en julio ( $74.17 \pm 4.53$ ).

**% de Avetianellas por Huevo (%A).**

En la Figura 17 se puede observar cómo los máximos de avispas emergidas por huevo se dan durante los meses más calurosos, coincidiendo con los máximos de puestas muestreadas.

Al igual que en el año 2003, en el 2004, el mayor número de Avetianellas por huevo lo encontramos en primavera y verano (Figura 18), coincidiendo de nuevo con la mayor presencia de *Phoracantha* en el campo.

El número de parasitoides emergidos de cada huevo parasitado fue menor en el año 2003, con una media de  $1.5 \pm 0.04$ , que en los años 2002 ( $1.71 \pm 0.03$ ) y 2004 ( $1.66 \pm 0.05$ ) ( $P = 0.01$ ), así como los valores máximos se alcanzaron en los meses de verano ( $P = 0$ ). Se puede observar un máximo correspondiente al mes de abril, no obstante, esta observación fue desestimada por contar únicamente con dos datos, por lo que la media no sería ajustada.

**% de Control de la Plaga (%C).**

Los resultados de representar el Porcentaje de Control de la Plaga muestran coinci-

dencias con las gráficas correspondientes a los Porcentajes de Parasitización de sendos años, lo que implica que dicha variable ya estimaba de manera ajustada el control de la plaga (Figuras 19 y 20).

Esta variable ha aumentado de forma significativa en el transcurso de los años estudiados ( $P = 0.003$ ), de manera que en el año 2002 tomó valores inferiores ( $45.99 \pm 3.29$ , frente a  $66.86 \pm 4.04$ , de 2003 y  $63.76 \pm 4.59$ , de 2004), así como valores máximos en los meses de estío ( $P = 0.0024$ ).

Los resultados del análisis de regresión entre el porcentaje de control de la plaga y el número de avispas por huevo para los dos años estudiados se muestran en las Figuras 25 y 26 demostrando un buen ajuste para las dos variables en cuestión ( $R^2_{2003} = 89,62\%$ ;  $R^2_{2004} = 94,32\%$ ). Del mismo modo, este análisis revela, para ambos años, que hasta valores en torno a 2 Avetianellas por huevo no se obtiene con seguridad un control total de la plaga ( $\approx 100\%$  control). Asimismo, se observa en las gráficas de regresión que el control total de la plaga puede alcanzarse en gran número de puestas con valores por encima de 1,0 Avetianellas por huevo, sin embargo este control no se asegura hasta valores superiores a 2,0.

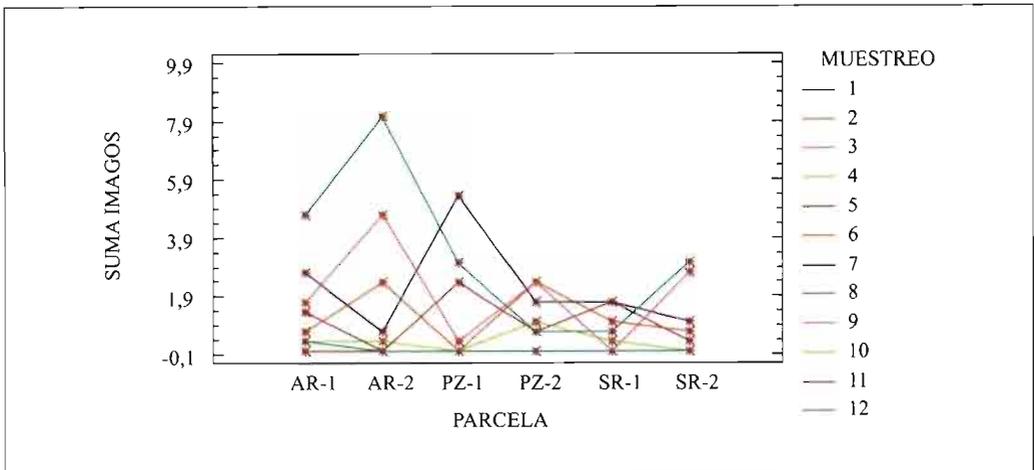


Figura 21. Interacción entre los factores muestreo y parcela para  $N_i$ .

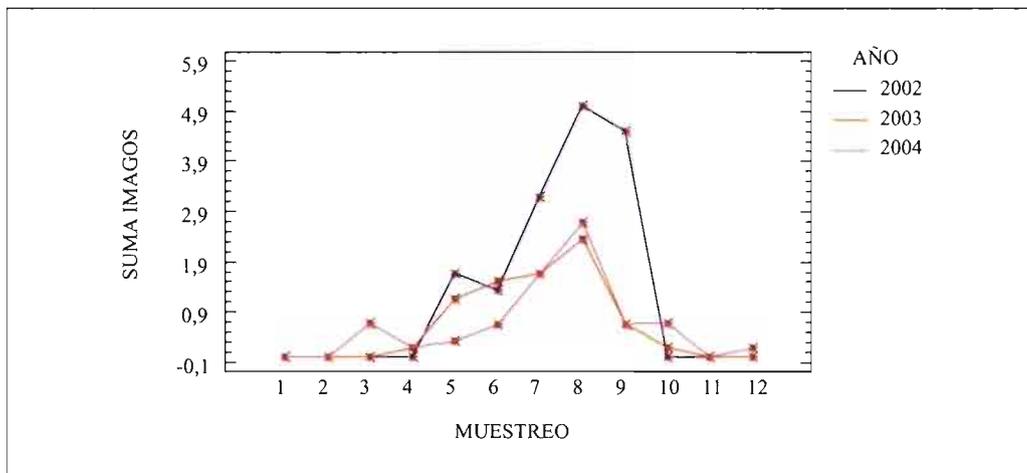


Figura 22. Interacción entre los factores muestreo y año para  $N_i$ .

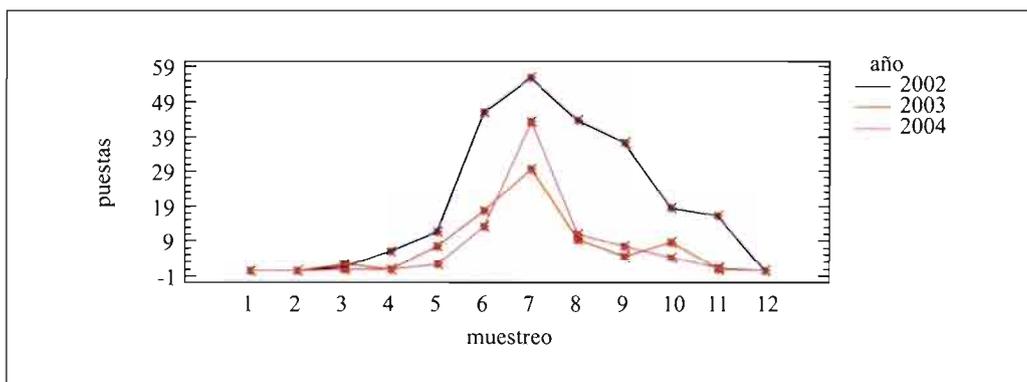


Figura 23. Interacción entre los factores muestreo y año para  $n_p$ .

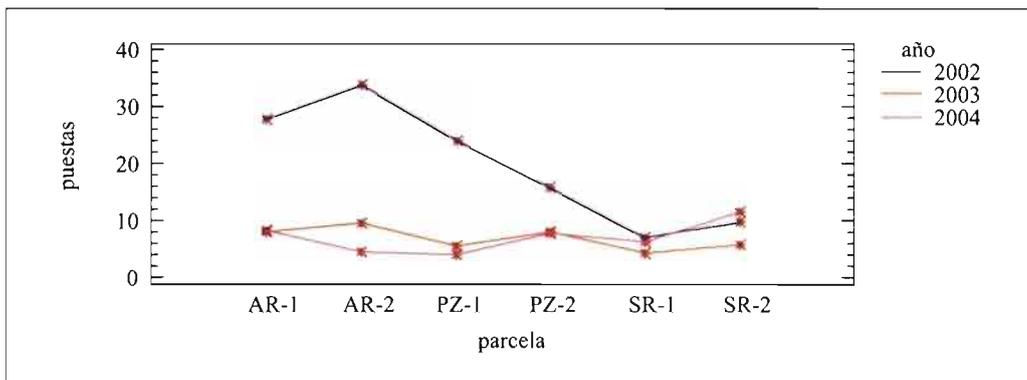


Figura 24. Interacción entre los factores año y parcela para  $n_p$ .

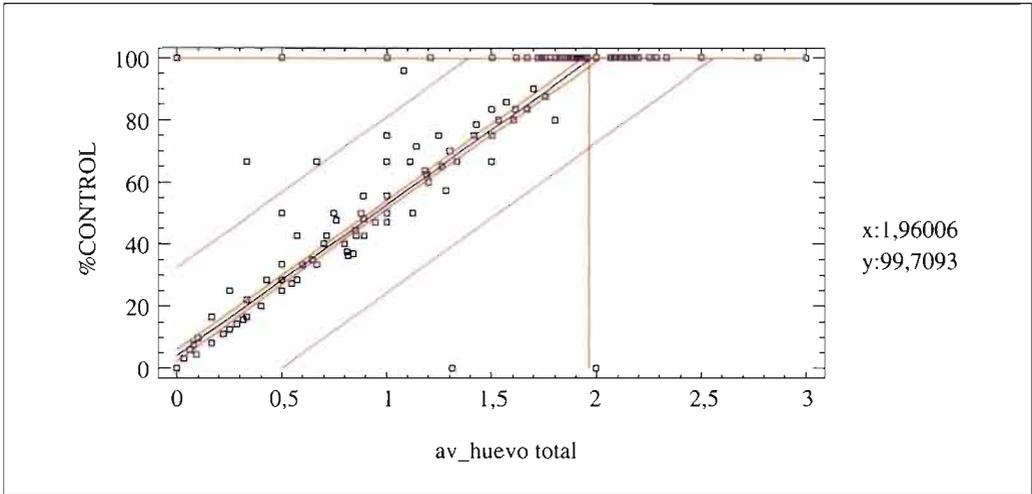


Figura 25. Regresión para el año 2003.  $\%control = 4,25654 + 48,378 * av\_huevo\ total$ .  $R^2 = 89,62\%$

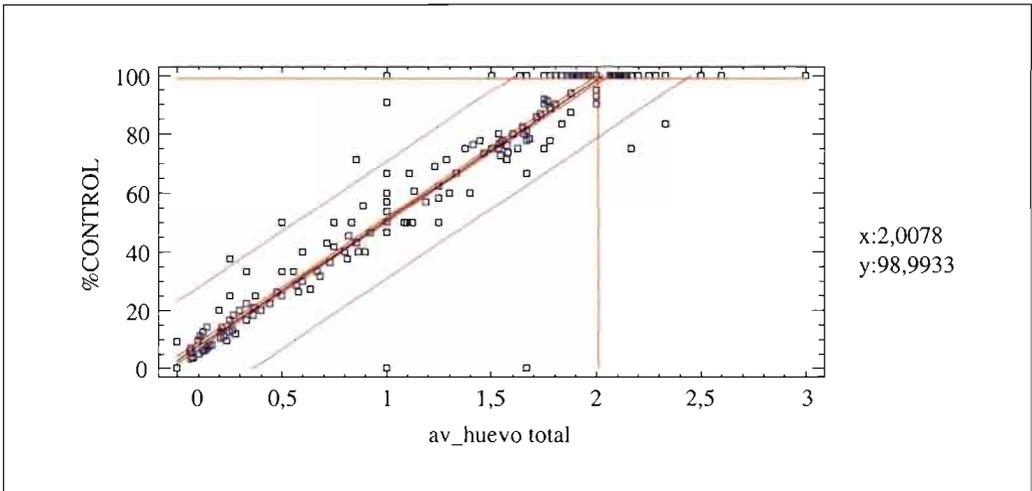


Figura 26. Regresión para el año 2004.  $\%control = 2,79836 + 47,8185 * av\_huevo\ total$ .  $R^2 = 94,32\%$

Por tanto, no se dan efectos de superparasitismo hasta que se alcanzan valores elevados de control de la plaga, dado que *A. longoi*, frente a lo que ocurre con otros parásitos oófagos, no compromete la emergencia de los individuos. Sin embargo, otros autores han constatado que se pueden obtener hasta cinco individuos de un único huevo, tanto en

laboratorio (MANSILLA *et al.*, 1999) como en campo (HANKS *et al.*, 1995).

También hemos llevado a cabo una aproximación de la evolución poblacional de la plaga basándonos en unas tablas de vida elaboradas por GONZÁLEZ TIRADO (1987) en la zona de la provincia de Huelva. Según las condiciones de estudio del autor, el índice

final de supervivencia sería del 6.4% (64 adultos a partir de 1000 huevos), lo que indica que (si aceptamos como constantes las condiciones ambientales de la provincia, un sex ratio de 1.64 (GONZÁLEZ TIRADO, 1987) y una fecundidad media por hembra de 150 huevos (CHARARAS, 1969)) el índice reproductivo neto ( $R_0$ ) puede expresarse como:

$$R_0 = V H_n / 1000(1 + 1/S_r)$$

siendo  $V$  el índice de supervivencia,  $H_n$  la fecundidad de las hembras de *Phoracantha* y  $S_r$  el sex ratio.

En el presente estudio, se ha obtenido un valor medio de control de la plaga en los años 2003 y 2004 del 65.31%, lo que significa que, aceptando una tasa de supervivencia de la plaga de un 6.4% y, teniendo en cuenta la presión ecológica que el parasitoide ejerce, expresada como control de la plaga, el número de adultos que completarían el ciclo se reduciría a 22.2, y, con este valor, el índice reproductivo neto ( $R_0$ ) alcanzaría un valor de 2.07, lo que indicaría que la población de la plaga está sufriendo un proceso de expansión en estos años.

Con respecto a esta aproximación de la evolución poblacional de la plaga, efectuada basándonos en las tablas de vida de González Tirado, los resultados obtenidos apoyarían el planteamiento inicial de que los cebos utilizados en los muestreos estuviesen perdiendo capacidad atractiva debido a la época de sequía en que nos encontramos.

Cabe destacar que en esta aproximación no se ha tenido en cuenta la presencia de poblaciones de *P. recurva* coexistiendo con *P. semipunctata*, ya que no hay constancia de que dicha especie haya alcanzado el umbral de plaga en la zona estudiada, por lo que se ha desestimado su presencia a la hora de efectuar dicha aproximación.

Como conclusión, y teniendo en cuenta los resultados obtenidos, se observa que el control biológico ha ido progresando de forma favorable en los últimos años, aún así, sería mejorable aumentando la cantidad y optimando la ubicación estratégica de los focos en las parcelas en las que se realizan periódicamente sueltas controladas del parasitoide, ya que la población plaga parece estar en expansión, por lo que se podría llegar a la conclusión de que la población del parasitoide aún no se ha establecido con éxito en la zona estudiada, bien por el descenso tan marcado de las temperaturas en las épocas invernales, o bien debido a las prolongadas sequías, que provocarían un descenso acusado en la población del himenóptero y un consecuente aumento de la población de la plaga.

## AGRADECIMIENTOS

Desde estas líneas queremos expresar nuestros más sinceros agradecimientos a todo el personal de laboratorio y campo del Laboratorio de Lucha Biológica del CIT de ENCE por su colaboración en trabajos de cría diaria, así como en muestreos de campo.

## ABSTRACT

BORRAJO CUDER P., R. OCETE RUBIO, G. LÓPEZ, M. A. LÓPEZ MARTÍNEZ, F. RUIZ FERNÁNDEZ. 2006. Biological Control of *Phoracantha* sp. (Coleoptera, Cerambycidae) by *Avetianella longoi* Siscaro (Hymenoptera, Encyrtidae) in Huelva. *Bol. San. Veg. Plagas*, 32: 581-594.

In the present work we analyze the field parasitism rate of *Phoracantha* sp using its specific parasitoid, *Avetianella longoi*. In addition, we evaluate the progress of *Phoracantha* population in order to determine the effectiveness of the biological control program that has been carrying out at the Province of Huelva. The results suggest the success of the biocontrol but, for the moment, the pest population is increasing.

**Key words:** Biological Control, *Phoracantha*, *Avetianella longoi*, Huelva.

## REFERENCIAS

- AUSTIN, A. D., QUICKE, D. J. L. y MARSH, P. M., 1994. The hymenopterous parasitoids of eucalypt longicorn beetle, *Phoracantha* spp. (Coleoptera: Cerambycidae) in Australia. *Bulletin of Entomological Research*, **84**: 145-174.
- BERCEDO, P. y BAHILLO, P., 1998. *Phoracantha recurva* (Coleoptera, Cerambycidae): Una nueva plaga de los eucaliptales españoles. *Bol. S.E.A.*, **23**: 52-54.
- BERCEDO, P. y BAHILLO, P., 1999. Primera cita para Europa de *Phoracantha recurva* Newman (1840) (Coleoptera, Cerambycidae). *Esp. Mus. Cienc. Nat. Álava*.
- CADAHIA, D., 1981. *Phoracantha semipunctata* F., una nueva plaga de los *Eucalyptus* en España. *Agricultura*, **592**: 845-848.
- CHARARAS, C., 1969. Biologie et ecologie de *Phoracantha semipunctata* Fab. (Coleoptère Cerambycidae xylophage). Ravageur des *Eucalyptus* en Tunisie, et méthodes de protection des peuplements. *Annales de l'Institut National de Recherches Forestières de Tunisie*.
- GONZÁLEZ TIRADO, L., 1987. Tabla de vida para *Phoracantha semipunctata* Fab. (Coleoptera: Cerambycidae). Perforador de los eucaliptos, en el suroeste español. *Bol. San. Veg. Plagas*, **13**: 283-301.
- GONZÁLEZ TIRADO, L., 1990. Algunos aspectos prácticos sobre la utilización de árboles cebo en la lucha contra el perforador del eucalipto *Phoracantha semipunctata* Fab. (Col: Cerambycidae). *Bol. San. Vegetal Plagas*, **16**: 529-542.
- GONZÁLEZ TIRADO, L., 1992. Estudio sobre las integrales térmicas de *Phoracantha semipunctata* (Col: Cerambycidae), insecto perforador del género *Eucalyptus*, en Huelva (España). *Bol. San. Vegetal Plagas*, **18**: 529-545.
- HANKS, L. M., GOULD J. R., PAINE T.D., MILLAR J. G., y WANG, Q., 1995. Biology and host relations of *Avetianella longoi* (Hymenoptera: Encyrtidae), an egg parasitoid of the Eucalyptus Longhorned Borre (Coleoptera: Cerambycidae). *Ann. Entomol. Soc. Am.*, **88**(5): 666-671.
- LONGO, S., PALMERI, V. y SOMMERIVA, D., 1993. Sull'attività di *Avetianella longoi* ooparassitoide di *Phoracantha semipunctata* nell'Italia meridionale. *Redia*. Vol. LXXXVI n. 1: 223-239.
- LUHRING, K. A., PAINE, T. D., MILLAR, J. G. y HANKS, L. M., 2000. Suitability of the eggs of two species of *Eucalyptus* Longhorned Borers (*Phoracantha recurva* and *P. semipunctata*) as hosts for the Encyrtid parasitoid *Avetianella longoi*. *Biological Control*, **19**: 95-104.
- MANSILLA, P. PÉREZ, R., RUIZ, F. y SALINERO, C., 1999. *Avetianella longoi* Siscaro, parásito de huevos de *Phoracantha semipunctata* F.: Primera cita de su presencia en España y bases para la puesta en práctica del control biológico del xilófago. *Bol. San. Vegetal Plagas*, **25**: 515-522.
- MARTÍNEZ EGEA, J. M., 1982. *Phoracantha semipunctata* Fab en el suroeste español. Resumen de la campaña de colocación de árboles cebo. *Boletín de la Estación Central de Ecología*, **11**(22): 57-69.
- PAINE, T. D., PAINE, E. O., HANKS, L. M. y MILLAR, J. G., 2000. Resource partitioning among parasitoids (Hymenoptera: Braconidae) of *Phoracantha semipunctata* in their native range. *Biological Control*, **19**: 223-231.
- RUIZ, F., 2003. El control biológico de plagas en masas forestales de *Eucalyptus globulus*. *Acta del Primer Simposio Iberoamericano de Eucalyptus globulus*.
- RUIZ, J. L. y BARRANCO, P., 1998. *Phoracantha recurva* Newman, 1840, nueva especie plaga para la región mediterránea (Coleoptera, Cerambycidae). *Bol. Asoc. esp. Entomol.*, **22**(1-2): 227-228.
- SISCARO, G., 1992. *Avetianella longoi* sp.n. (Hymenoptera: Encyrtidae) egg parasitoid of *Phoracantha semipunctata* F. (Coleoptera: Cerambycidae). *Bolletino di Zoologia Agraria e di Bachiocultura*, **11**(24): 205-212.
- TOVAL, G. y SORIA, F., 1995. *Mechanized logging and debarking in short rotation coppice stands of eucalyptus and poplars: Impact of silviculture, environment and economy*. Final Report AGRE-CT-91 00057. Commission of European Communities.
- TURNBULL, J. W., PRYOR, L. D., 1978. Choice of species and seed sources. In: W.E. Hillis & A.G. Brown (eds), *Eucalypts for wood production*. Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization, Australia, pp.6-65.

(Recepción: 31 marzo 2006)

(Aceptación: 21 junio 2006)

## Selección de parasitoides de la polilla europea del brote del pino (*Rhyacionia buoliana* Den. et Schiff.) (Lepidoptera: Tortricidae) para el control biológico en Chile

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

Se estudió el complejo de parasitoides de *Rhyacionia buoliana* Den. et Schiff. (Lepidoptera: Tortricidae) en España para su aplicación en el control biológico en Chile, mediante estudios de campo y laboratorio. En total se identificaron nueve especies de parasitoides en los últimos estados de desarrollo de la plaga, cinco en las orugas de últimos estadios (*Orgilus obscurator* Nees, *Cremastus interruptor* Grav., *Campoplex ramidulus* Brischke, *Ephialtes ruficollis* Grav. y *Angitia* sp.) y cuatro en las crisálidas (*Pimpla turionellae* L., *Pimpla* sp., *Bethylus* sp. y *Tetrastichus turionum* Htg.). El análisis sobre las características y el comportamiento de cada uno de los parasitoides identificados condujo a seleccionar como candidato para ser estudiado con mayor profundidad al eulófido *T. turionum*, dado que reunió todos los atributos de un candidato prometedor: alta capacidad de localización de sus hospedantes, gran plasticidad ecológica, ausencia de cleptoparasitismo, buena sincronización con el ciclo de vida de *R. buoliana*, independencia de hospedantes alternativos y elevada fecundidad.

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

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

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

**Palabras clave:** *Rhyacionia buoliana*, *Pinus* sp., complejo de parasitoides, control biológico, parasitismo.

### INTRODUCCIÓN

*Rhyacionia buoliana* Den. et Schiff. (Lep.: Tortricidae) ha sido una plaga importante en Europa durante varios siglos (ARTHUR y JUILLET, 1961). Los daños suelen ser muy característicos: disminución del crecimiento y deformaciones en las extremidades de las ramas (DAJOZ, 1980). Estos daños son debidos a las roeduras y galerías que hace la oruga en las yemas y brotes para procurarse alimento (ROMANYK y CADAHÍA, 2002).

*R. buoliana* se introdujo en Norteamérica a inicios del siglo pasado, llegando a ser una plaga importante de las plantaciones de pino, y numerosos estudios se han dirigido hacia un control biológico efectivo (JUILLET, 1959; ARTHUR y JUILLET, 1961; SYME, 1970). Por tanto, su complejo de parasitoides ha sido ampliamente investigado y bien documentado (WATSON y ARTHUR, 1959; SYME, 1970) y se han realizado varias evaluaciones de especies como agentes de control en Norteamérica (JUILLET, 1959; ARTHUR y JUILLET, 1961).

En Chile *R. buoliana* se ha convertido en la principal plaga del *Pinus radiata* D. Don., cuya superficie supera el 1.400.000ha (INFOR, 2001). Al detectarse en 1985 la presencia de este insecto se inició una selección de posibles entomófagos para ser introducidos en dicho país como parte de un programa de control biológico, el cual se concretó con la introducción de *O. obscurator* (LANFRANCO *et al.*, 1991). Esta plaga ha colonizado todas las zonas productoras de pino en Chile, a pesar de la presencia de *O. obscurator* (ROJAS, 2005). Si bien los resultados de la evaluación del parasitismo logrado al año 2003 han demostrado el éxito del programa de control biológico con este parasitoide (BALDINI *et al.*, 2005), aún no ha sido suficiente el control en las zonas más septentrionales de su distribución. Una solución potencial a este problema puede ser la introducción de una segunda especie de parasitoide que ataque a un estado diferente del hospedante (DEBACH, 1977). Este estudio planteó incursionar en el complejo de parasitoides nativos que atacaran a un estado diferente al que actúa *O. obscurator* (orugas de primeros estadios), es decir, orugas de últimos estadios y principalmente crisálidas a fin de complementar el actual programa de control biológico de la plaga en el país, con énfasis en la zona norte de colonización a través de una selección de parasitoides candidatos. Ante la ausencia de una base teórica definitiva que permita determinar si una especie de parasitoide será efectiva al ser introducida en otro ecosistema para el control de una plaga (EHLER, 1990), se procedió a la selección de parasitoides tomando en consideración una serie de

características que permitan suponer que dicha especie reúne los requisitos necesarios para cumplir satisfactoriamente con su función biocontroladora: capacidad de localización de sus hospedantes, plasticidad ecológica, ausencia de cleptoparasitismo, sincronización con el ciclo de vida del hospedante, independencia de hospedantes alternativos y fecundidad.

## MATERIAL Y MÉTODOS

### Muestréos de los parasitoides

Para conocer el complejo de parasitoides nativos de *R. buoliana* en España durante las últimas fases de desarrollo de la plaga se realizaron una serie de muestréos periódicos en la época de primavera-verano en las temporadas de 1997 y 1998. Se seleccionó zonas representativas del ataque de la plaga en distintas repoblaciones jóvenes de *Pinus* a través de reconocimientos previos de campo (Cuadro 1). Los muestréos consistieron en el examen de los brotes atacados en los que se recolectaron orugas de los últimos estadios y principalmente crisálidas de *R. buoliana* que pudieran haber sido parasitadas naturalmente en las distintas localidades.

Todo el material biológico recogido en el campo fue trasladado al Laboratorio de Plagas y Enfermedades de la E.T.S. Ingenierías Agrarias de Palencia (U. de Valladolid) y mantenido bajo condiciones controladas de laboratorio (20 °C, H.R. 60%, Fotoperíodo 14:10). En 1997 las orugas de últimos estadios (con un pequeño brote) y las crisálidas se introdujeron individualmente en tubos de plástico transparente, de 1cm de diámetro y

Cuadro 1. Antecedentes sobre las localidades y muestréos llevados a cabo.

| Localidad                | Comunidad Autónoma | Hospedante           | Año de evaluación |
|--------------------------|--------------------|----------------------|-------------------|
| Santa Pola (Alicante)    | Valenciana         | <i>P. halepensis</i> | 1998              |
| Guardo (Palencia)        | Castilla y León    | <i>P. sylvestris</i> | 1997, 1998        |
| Huelva (Huelva)          | Andalucía          | <i>P. halepensis</i> | 1998              |
| Rueda (Valladolid)       | Castilla y León    | <i>P. pinea</i>      | 1997, 1998        |
| Tordesillas (Valladolid) | Castilla y León    | <i>P. pinea</i>      | 1997, 1998, 1999  |
| Valle de Mena (Burgos)   | Castilla y León    | <i>P. radiata</i>    | 1997, 1998        |
| Zaragoza (Zaragoza)      | Aragón             | <i>P. halepensis</i> | 1998              |

7,5cm de longitud. Éstos se cerraron con algodón, permitiendo de este modo su aireación y evitando la salida de los adultos una vez emergidos. Los tubos se dispusieron verticalmente en bandejas plásticas, se etiquetaron y se evaluó periódicamente la emergencia de los parasitoides asociados.

En la localidad de Tordesillas en 1998 se recolectaron semanalmente orugas de último estadio y en su mayoría crisálidas parasitadas por el agente ya seleccionado con el fin de conocer su comportamiento en condiciones naturales. Este material se introdujo individualmente dentro de pequeñas bolsitas de 3x2 cm, construidas con una malla plástica de trama muy fina. Estos embolsamientos se dispusieron en los árboles, en grupos de a cinco y se registraron las emergencias.

En la temporada de 1999, para comprender el comportamiento de la población de *R. buoliana* y de sus parasitoides directamente en campo (Tordesillas), se realizaron muestreos de 100 brotes atacados en cada ocasión, cada uno proveniente de un árbol distinto para poder captar la mayor variación posible en la población y representar mejor la situación existente en cada momento. En cada uno de estos brotes se observó la presencia de orugas de último estadio y de crisálidas sanas y parasitadas y/o emergencias de adultos de *R. buoliana* (exuvias). Esta actividad se efectuó semanalmente desde el inicio de las emergencias hasta su ausencia. Por último, en forma paralela se realizó un seguimiento semanal en campo a los parasitoides (orugas y crisálidas parasitadas). Este material parasitado se introdujo dentro de tubos eppendorf, previamente perforados para facilitar su aireación que se dispusieron en los árboles mediante un alambre. De este modo se realizó el seguimiento de las emergencias de los parasitoides en forma natural y se relacionó con la evolución de los estadios en la población del hospedante para analizar su sincronización.

#### **Identificación taxonómica de los parasitoides**

Los parasitoides emergidos en los muestreos se identificaron taxonómicamente con

la ayuda de una lupa estereoscópica y el uso de claves de reconocimiento, y por comparación con la colección de parasitoides facilitada por el Dr. Robredo. Los ejemplares recolectados se agruparon taxonómicamente de acuerdo a su orden, familia, género y especie, si era posible.

#### **Selección de candidatos**

La selección de un parasitoide con buenas posibilidades biorreguladoras en Chile y compatible con *O. obscurator* se basó en el análisis sobre el parasitismo, su abundancia, capacidad de localización del hospedante, plasticidad, sincronización con *R. buoliana* y necesidad de hospedantes alternativos de los parasitoides identificados a partir de los datos obtenidos en este estudio, junto a antecedentes bibliográficos.

Para conocer la localización del hospedante por parte del parasitoide, se asumió que la tasa de ataque del parasitoide actúa como un indicador de esta capacidad (SCHRÖDER, 1974). De este modo, utilizando los valores de abundancia (%) de cada parasitoide con respecto al total de material biológico evaluado de las distintas procedencias y años, pudieron clasificarse según este atributo.

Para analizar la plasticidad, es decir, su capacidad para dispersarse y establecerse en hábitats distintos, se establecieron una serie de categorías en función del número de localidades en las que cada parasitoide fue detectado (las localidades de Tordesillas y Rueda se consideraron una sola debido a su similitud ecolimática). De este modo, si un parasitoide apareció en todas las localidades se consideró con una plasticidad muy alta. Si fue detectado en cinco, cuatro, tres, dos o en una sola, se clasificó con una plasticidad alta, alta/media, media/baja, baja o muy baja, respectivamente.

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### **Evaluación del parasitismo en las localidades**

De las cuatro zonas estudiadas en 1997, en las cuales se examinaron 422 individuos, se

Cuadro 2. Evaluación del parasitismo en los últimos estadios de *R. buoliana*, principalmente en crisálidas, en distintas localidades en 1997.

| Localidad     | Hospedante           | Nº individuos muestreados |           |       | Nº individuos emergidos   |             | % Parasitismo |
|---------------|----------------------|---------------------------|-----------|-------|---------------------------|-------------|---------------|
|               |                      | Oruga                     | Crisálida | Total | Adulto <i>R. buoliana</i> | Parasitoide |               |
| Guardo        | <i>P. sylvestris</i> | 3                         | 97        | 100   | 76                        | 24          | 24,0          |
| Rueda         | <i>P. pinea</i>      | 5                         | 158       | 163   | 127                       | 36          | 22,0          |
| Tordesillas   | <i>P. pinea</i>      | 6                         | 137       | 143   | 122                       | 21          | 14,7          |
| Valle de Mena | <i>P. radiata</i>    | 0                         | 16        | 16    | 2                         | 14          | 87,5          |
| Total         |                      | 14                        | 375       | 422   | 327                       | 95          |               |
| Promedio      |                      |                           |           |       |                           |             | 22,5          |

obtuvo un nivel similar de parasitismo (más de 20%) en las localidades de Guardo y Rueda, y ligeramente inferior en Tordesillas. En Valle de Mena este valor se elevó considerablemente (87,5%), debido a un sesgo en el muestreo, ya que éste se realizó algo tardíamente (12 de junio), cuando la mayoría de la población de *R. buoliana* ya había emergido y únicamente permanecían en los árboles unas pocas crisálidas, en su mayoría parasitadas. En esta zona, con clima suave de influencia atlántica, el desarrollo de *R. buoliana* se adelanta con relación a la meseta. Cabe destacar que el nivel de *R. buoliana* en estas repoblaciones de Valle de Mena era muy bajo, revelando que los árboles encontraban condiciones aptas para un desarrollo vigoroso (Cuadro 2).

En Tordesillas y Rueda, localidades bastante homogéneas en sus condiciones ecológicas y con el mismo hospedante (*P. pinea*), la proporción de orugas encontradas en la fecha de muestreo (18 junio) no superó el 3 o 4% de la población, la cual estaba compuesta mayoritariamente de crisálidas (sobre el 96%). Puede observarse que se produce un cierto retraso en el desarrollo en las localidades de Tordesillas y de Rueda. Cabe agregar que ambas repoblaciones de *P. pinea* representaban niveles de ataque por *R. buoliana* elevados (Cuadro 2).

En Guardo, donde las condiciones climáticas del páramo alto son más frías y el hospedante es *P. sylvestris*, se percibe que también la proporción de crisálidas recogidas fue alta (97%) y su nivel de parasitismo aso-

ciado fue el mayor de todas las de la meseta (24%). El grado de ataque de *R. buoliana* en esta repoblación de pino silvestre era intermedio (Cuadro 2).

Durante la temporada 1998 se repitieron los muestreos en las localidades anteriores, con la incorporación de tres nuevas localidades, todas ellas constituidas por un nuevo hospedante, *P. halepensis*, que reflejaban condiciones ecológicas anteriormente no representadas: mediterráneas (Alicante), subatlánticas (Huelva) y del Valle del Ebro (Zaragoza). En total se examinaron 577 individuos, con un rango entre 33 (Guardo) -190 (Zaragoza). Los resultados (Cuadro 3) mostraron una esperada variabilidad en los niveles de parasitismo de las localidades, aunque tendieron a agruparse en dos clases, una con niveles de parasitismo bajos, algo más del 10 % (Alicante, Huelva y Rueda) y otra con niveles medios-altos, entre el 40-60% de parasitismo (Zaragoza, Valle de Mena, Tordesillas y Guardo).

En la mayoría de las localidades, la población de *R. buoliana* en la fecha de muestreo estaba constituida casi exclusivamente por crisálidas, con porcentajes respecto al total de la población superiores al 90% en Alicante, Zaragoza, Guardo, Rueda y Tordesillas. En Valle de Mena la población de *R. buoliana* aún presentaba más de la cuarta parte en estado de oruga, mientras que en Huelva casi toda la población estaba constituida por orugas. Así, los niveles de parasitismo encontrados, reflejan casi exclusivamente el parasitismo sobre crisálidas (Cuadro 3).

Cuadro 3. Evaluación del parasitismo en los últimos estadios de *R. buoliana*, principalmente en crisálidas en distintas localidades en 1998.

| Localidad     | Hospedante           | Nº individuos muestreados |           |       | Nº individuos emergidos   |             | % Parasitismo |
|---------------|----------------------|---------------------------|-----------|-------|---------------------------|-------------|---------------|
|               |                      | Oruga                     | Crisálida | Total | Adulto <i>R. buoliana</i> | Parasitoide |               |
| Alicante      | <i>P. halepensis</i> | 5                         | 109       | 114   | 102                       | 12          | 10,5          |
| Guardo        | <i>P. sylvestris</i> | 2                         | 31        | 33    | 12                        | 21          | 63,6          |
| Huelva        | <i>P. halepensis</i> | 51                        | 8         | 59    | 52                        | 7           | 11,9          |
| Rueda         | <i>P. pinea</i>      | 2                         | 45        | 47    | 39                        | 8           | 17,0          |
| Tordesillas   | <i>P. pinea</i>      | 3                         | 68        | 71    | 29                        | 42          | 59,2          |
| Valle de Mena | <i>P. radiata</i>    | 18                        | 65        | 83    | 47                        | 36          | 43,4          |
| Zaragoza      | <i>P. halepensis</i> | 16                        | 174       | 190   | 116                       | 74          | 39,0          |
| Total         | Total                | 103                       | 473       | 577   | 377                       | 227         |               |
| Promedio      |                      |                           |           |       |                           |             | 39,3          |

En Guardo, el nivel de parasitismo encontrado fue el más alto (63,6%), muy superior al obtenido el año anterior (24%), si bien como refleja el bajo número de crisálidas encontrado, el muestreo fue realizado tres semanas más tarde que el año anterior, cuando muchas de las crisálidas no parasitadas ya habían dado lugar a adultos y no fueron, incluidas en la muestra. Lo mismo puede decirse de Tordesillas, donde únicamente se recogieron la mitad de crisálidas de *R. buoliana* que el año anterior, lo que ofreció porcentajes de parasitismo mucho más elevados (59,2% frente a 14,7%). El nivel de población de *R. buoliana* en ambas localidades continuaba similar al del año anterior, intermedio en Guardo y alto en Tordesillas (Cuadro 3).

En Valle de Mena, se encontró un nivel de parasitismo muy alto (43,4%) junto con una baja densidad de población de *R. buoliana*. En Rueda, donde el nivel de plaga se mantenía bastante alto, el porcentaje de parasitismo encontrado resultó ligeramente inferior al año anterior (Cuadro 3).

En las localidades con *P. halepensis* como hospedante de *R. buoliana*, los niveles de parasitismo difirieron entre el Valle del Ebro y las zonas costeras. En Zaragoza, sobre casi 200 individuos muestreados, se obtuvo un alto porcentaje de parasitismo (39%), con nivel de plaga intermedio, mientras que en Alicante y Huelva los porcentajes de parasitismo apenas superaron el 10%. En esta últi-

ma localidad los muestreos se realizaron con adelanto (Cuadro 3). Los datos obtenidos permiten suponer que los niveles de parasitismo de crisálidas pueden llegar a ser considerables y eliminar más de la mitad de la población en dicho estado.

#### Abundancia de los parasitoides

*Tetrastichus turionum* Htg. (Hy.: Eulophidae) ocupó el primer lugar en orden de abundancia, con un parasitismo medio del 16,3%, y un rango de variación entre los valores muy bajos de Santa Pola (Alicante) (1,8%) y bastante altos en Zaragoza (37,4%), ambos con el mismo hospedante de *R. buoliana*, pino carrasco. Merece destacar el alto nivel de parasitismo encontrado en Valle de Mena, sobre *P. radiata*, afectando a casi una cuarta parte de las crisálidas. En segundo lugar, y bastante alejado de *T. turionum*, aparece *Pimpla turionellae* L. (Hy.: Pimplinae) con un porcentaje de parasitismo del 5,8% y un rango entre 0,5 y 14,4%. *Ephialtes ruficollis* (Grav.) (Hy.: Pimplinae) desciende ya a un nivel de parasitismo del 2,8 % (máximo 10%), mientras que los restantes parasitoides apenas llegan al 1% (Cuadro 4).

#### Sincronización de los parasitoides con su hospedante

Al inicio del muestreo (primera semana de junio) la proporción de orugas y crisálidas

Cuadro 4. Abundancia (%) de los parasitoides de *R. buoliana* en distintas localidades durante las temporadas de 1997 y 1998. Porcentajes con respecto al total de individuos hospedantes muestreados. N.R.: No registrado.

| Parasitoides          | Alicante 1998 | Guardo 1997-8 | Huelva 1998 | Rueda 1997-8 | Tordesillas 1997-8 | Valle de Mena 1997-8 | Zaragoza 1998 | Media | Orden de abundancia |
|-----------------------|---------------|---------------|-------------|--------------|--------------------|----------------------|---------------|-------|---------------------|
| <i>P. turionellae</i> | 7,9           | 9,8           | N.R.        | 4,3          | 3,7                | 14,4                 | 0,5           | 5,8   | 2º                  |
| <i>E. ruficollis</i>  | 0,9           | 5,3           | N.R.        | 0,5          | 2,3                | 10,0                 | 0,5           | 2,8   | 3º                  |
| <i>Angitia</i> sp.    | N.R.          | N.R.          | N.R.        | 0,9          | N.R.               | N.R.                 | N.R.          | 0,1   | 7º                  |
| <i>C. ramidulus</i>   | N.R.          | 3,8           | N.R.        | 3,3          | 0,9                | N.R.                 | N.R.          | 1,1   | 4º                  |
| <i>C. interruptor</i> | N.R.          | 5,3           | N.R.        | N.R.         | N.R.               | N.R.                 | N.R.          | 0,8   | 5º                  |
| <i>Bethylus</i> sp.   | N.R.          | N.R.          | N.R.        | 0,5          | 0,9                | N.R.                 | N.R.          | 0,2   | 6º                  |
| <i>T. turionum</i>    | 1,8           | 8,2           | 11,9        | 10,9         | 20,1               | 24,2                 | 37,4          | 16,3  | 1º                  |
| Sin identificar       | Ninguno       | 1,8           | Ninguno     | Ninguno      | Ninguno            | 2,0                  | 0,5           | 0,6   |                     |

sanas se acercaba a la igualdad (50%), y en las dos siguientes semanas la proporción de crisálidas va aumentando hasta alcanzar su valor máximo, el 70% de la población, durante la tercera semana de junio. A partir de este momento la presencia de crisálidas en la población va disminuyendo lentamente hasta la primera semana de junio (60% de la población) y desde aquí se reduce rápidamente hasta que a fines de julio ya no se encuentran crisálidas sanas (Fig. 1).

Los vuelos de los adultos de la plaga comenzaron a producirse a partir de la segunda semana de junio y se prolongaron hasta fines del mes siguiente. La frecuencia de orugas parasitadas fue baja y se recogieron desde el inicio del muestreo hasta fines de junio. La frecuencia y distribución temporal de las crisálidas parasitadas fueron mayores que en las orugas, si bien los muestreos precisamente se enfocaron a este último estado de *R. buoliana*. Su distribución se extendió desde los ini-

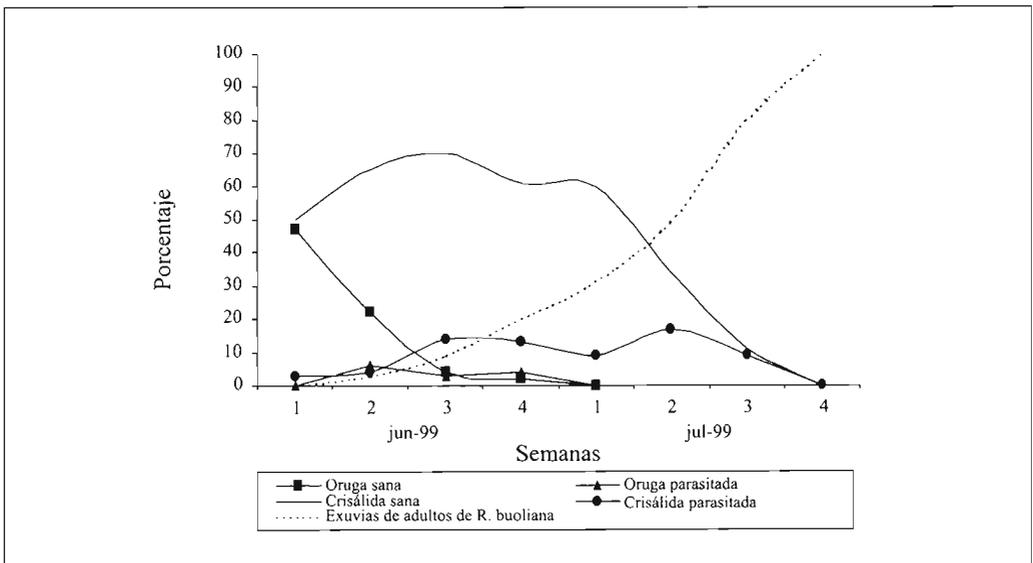


Figura 1. Seguimiento de *R. buoliana* en campo en Tordesillas durante 1999.

cios del muestreo hasta fines de julio y su proporción media alcanzó el 12% del total de individuos muestreados. Estos resultados permiten analizar más fiablemente la sincronización que existe ente los parasitoides de *R. buoliana* y sus estados hospedantes.

La importancia relativa de cada uno de los parasitoides, de un total de 72 individuos hospedantes recolectados puede observarse en la Fig. 2, donde se representa la emergencia acumulada de los parasitoides obtenida directamente del seguimiento en campo (Tordesillas). Se observa claramente el predominio de *T. turionum* sobre el resto de agentes registrados, alcanzando en total casi el 55% de todos los hospedantes parasitados al que hay que añadir la proporción de hospedantes, crisálidas parasitadas que entraron en diapausa y no produjeron adultos de *T. turionum* hasta el año siguiente, un 22% del total, lo que representa en conjunto casi las tres cuartas partes. Sus emergencias se distribuyeron a partir de la segunda semana de junio y se prolongaron hasta la primera quincena de agos-

to, con máximos entre fines de junio y principios de julio. La emergencia acumulada ha sido calculada considerando que en cada hospedante parasitado se obtiene un individuo, lo cual sucede con los otros parasitoides pero no es el caso con *T. turionum*).

El conjunto de los otros parasitoides registrados (cuatro), representó sólo la cuarta parte del total, predominando *P. turionellae* con un 11,1% de emergencia acumulada, seguido de *E. ruficollis* con un 8,3%, *Campoplex ramidulus* Brischke (Hy.: Ophioninae) con un 5,5% y muy por debajo *Pimpla* sp. con un escaso 1,4%. Sus frecuencias presentaron un comportamiento similar, con pocos representantes distribuidos entre julio y la primera quincena de agosto (Fig. 2).

La sincronización de *T. turionum* con *R. buoliana* puede examinarse en la Fig. 3. Se observa que las máximas emergencias de este parasitoide coincidieron con la presencia más elevada de crisálidas vivas. Con esto se puede deducir que existe una marcada sincronía entre la presencia de crisálidas de *R.*

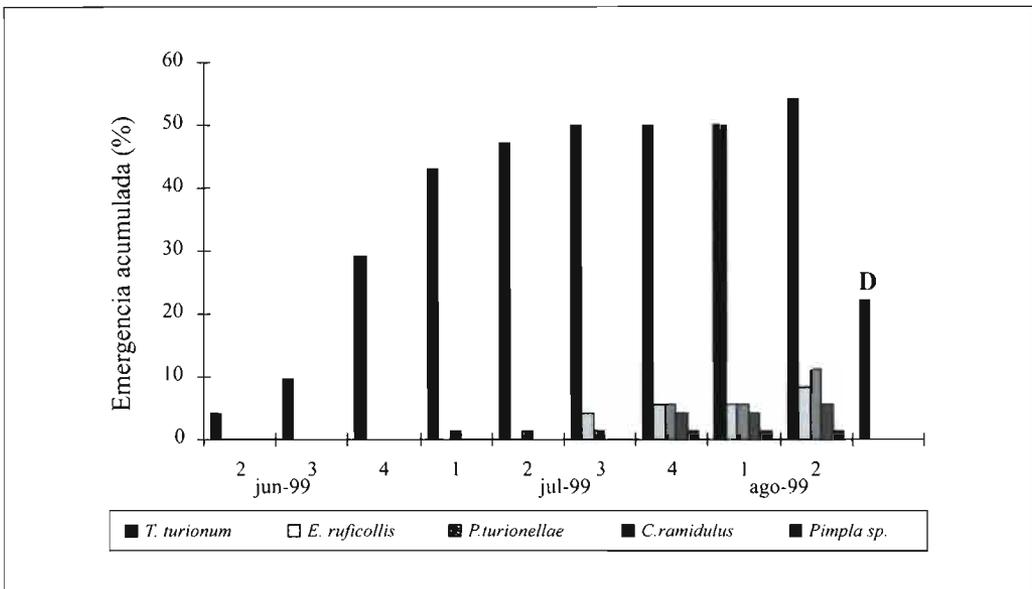


Figura 2. Emergencia acumulada (%) de los parasitoides registrados en Tordesillas en 1999. D: Crisálidas parasitadas por *T. turionum* en diapausa.

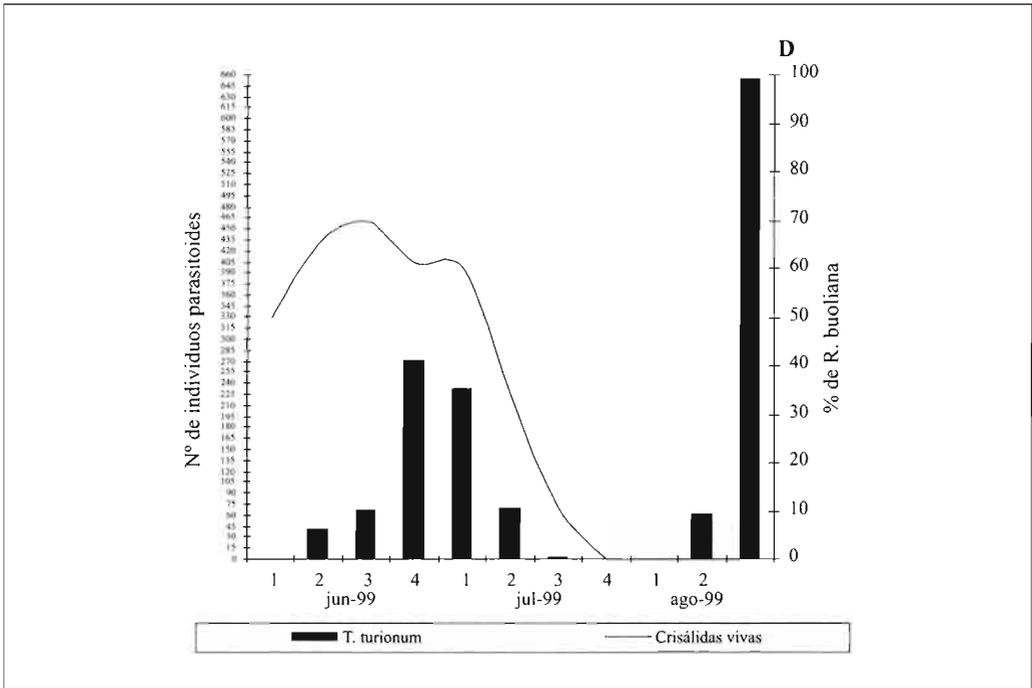


Figura 3. Sincronización de *T. turionum* con *R. buoliana*. D: Estimación del número de larvas en diapausa.

*buoliana* y la de los adultos de *T. turionum*, que precisamente parasitan este estado de desarrollo de la plaga. En el gráfico se ha registrado la cifra real de adultos de *T. turionum* obtenidos en campo, en vez de las crisálidas parasitadas, obteniéndose un resultado similar, con máximos de emergencia en las mismas fechas. El número de larvas que entraron en diapausa (656), se estimó multiplicando el número de crisálidas parasitadas por el promedio de 41 individuos de *T. turionum* por crisálida (HUERTA *et al.*, 2002).

La sincronización de *P. turionellae* con su hospedante fue variable (Fig. 4A), puesto que la primera emergencia (principios de julio) se produjo cuando la disponibilidad de crisálidas hospedantes de *R. buoliana* era alta. No obstante, conforme transcurrió el mes de julio y comenzó el de agosto las probabilidades de parasitar a *R. buoliana* de la mayoría de los adultos emergentes fueron nulas, por lo que es razonable suponer el

empleo de algún hospedante alternativo para que este pimplino pudiese continuar con la nueva generación, tal como lo indicaron BERRY (1939) y ARTHUR y JUILLET (1961).

La sincronización del otro pimplino, *E. ruficollis* (Fig. 4B) con *R. buoliana*, en este caso fue nula, dada la ausencia de orugas de últimos estadios de la plaga en las fechas en que se produjeron las emergencias de este parasitoide, por lo que el requisito de otro hospedante alternativo (ARTHUR y JUILLET, 1961) para proseguir con una nueva generación resulta altamente probable.

Finalmente, la sincronización con *C. ramidulus* (Fig. 4C) presumiblemente debió ser muy alta, puesto que cuando se produjeron las emergencias de este parasitoide, la población de *R. buoliana* seguramente estaba constituida principalmente por orugas de los primeros estadios de la plaga, aptas para ser parasitadas por este ofiónido (SCHRÖDER, 1974). La curva de primeros estadios

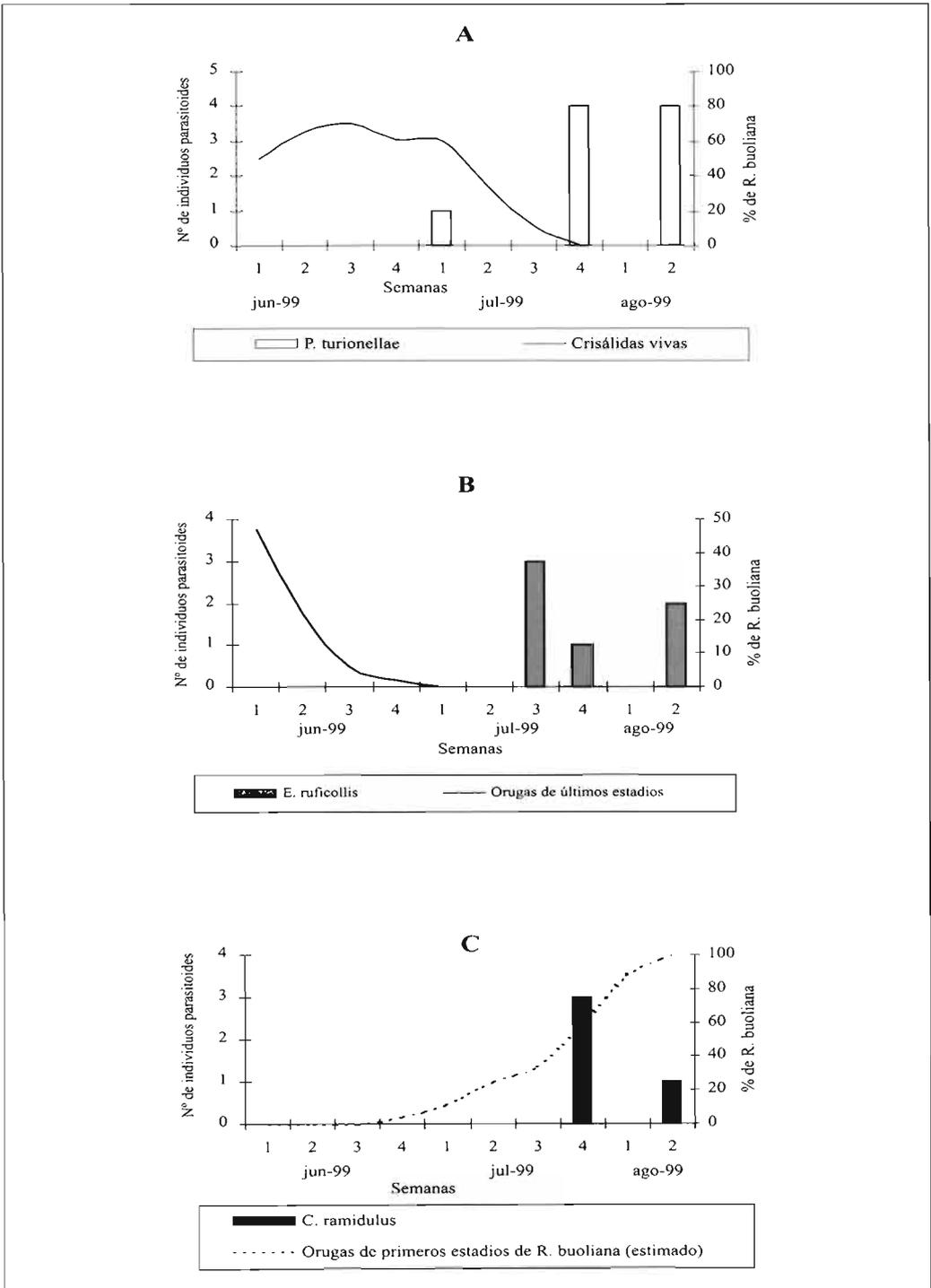


Figura 4. Sincronización de *R. buoliana* con: A. *P. turionellae*, B. *E. ruficollis*, C. *C. ramidulus*.

se ha estimado desplazando dos semanas la curva de emergencia acumulada de los imágos de *R. buoliana* (vuelo de puesta y eclosión).

El análisis de la sincronización en campo de *R. buoliana* y de sus parasitoides ha permitido verificar y ampliar el conocimiento sobre este crucial requisito de los candidatos, para ser seleccionados como agentes capaces de ejercer un eficiente control de la plaga y poder proponer su introducción en Chile.

### Otras características de los parasitoides de *R. buoliana*

Otro aspecto importante a considerar corresponde a la plasticidad del candidato. Es decir, su habilidad de dispersión (COULSON y WITTER, 1984), y de adaptación a distintos hábitats. En el Cuadro 5 se han clasificado los parasitoides en función de su plasticidad ecológica, a partir de los resultados obtenidos en los muestreos de diversas localidades durante 1997 y 1998 (Cuadro 4). Puede verse que los parasitoides que presentan mejores perspectivas son los icneumonidos *P. turionellae* y *E. ruficollis* y el eulófido *T. turionum*, que demostraron ser capaces de establecerse en casi todas las localidades estudiadas. Hay que resaltar que estas localidades comprendían un amplio rango de condiciones ecológicas, incluyendo las zonas costeras y áridas del sudeste, áreas de fuerte continentalidad con climas más o menos extremado, y localida-

des de influencia atlántica y clima suave y húmedo. El rango de hospedantes de *R. buoliana* también ha sido amplio, con cuatro especies de pinos, incluyendo *P. radiata* que es la especie plantada extensivamente en Chile. Puede suponerse que estos parasitoides podrían presentar una elevada capacidad de adaptación en zonas como el sur de Chile, y por tanto podría existir una alta compatibilidad ecológica.

La posibilidad de cleptoparasitismo es una característica desfavorable que desaconseja la introducción de un parasitoide cuando ha de ser compatible con otro ya establecido. Por ello, el parasitoide *Cremastus interruptor* Grav. (Hy.: Ophioninae) debe quedar eliminado de la selección al presentar un comportamiento cleptoparasítico con *O. obscurator* (JUILLET, 1960; ARTHUR *et al.*, 1964; SCHRÖDER, 1974) que resulta contraproducente puesto que la hembra de *C. interruptor* tiende a ovipositar sobre o,ugas de *R. buoliana* que ya han sido parasitadas por *O. obscurator* y de este modo frena la acción como biorregulador de este último, ya establecido en Chile (Cuadro 5).

La sincronización con el ciclo de vida de su hospedante (Cuadro 5) es otra característica fundamental a la hora de seleccionar a un parasitoide (COULSON y WITTER, 1984). En nuestro estudio destacó el eulófido *T. turionum* por su muy alta correlación con *R. buoliana*, mientras que los ofiónidos *C. ramidulus* y *C. interruptor*, presentaron una

Cuadro 5. Características de los parasitoides de *R. buoliana* identificados para su selección como candidatos a ser introducidos en Chile.

| Parasitoides          | Plasticidad | Presencia de cleptoparasitismo | Sincronización con <i>R. buoliana</i> | Necesidad de hospedante alternativo | Fecundidad    | Facilidad de cría |
|-----------------------|-------------|--------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|---------------|-------------------|
| <i>Angitia</i> sp.    | Muy baja    | s. a. *                        | s. a.                                 | s. a.                               | s. a.         | s. a.             |
| <i>E. ruficollis</i>  | Muy alta    | No                             | Media/Baja                            | Sí                                  | Relativ. baja | Baja              |
| <i>P. turionellae</i> | Muy alta    | No                             | Alta/Media                            | Sí                                  | Relativ. alta | Alta              |
| <i>C. ramidulus</i>   | Baja        | No                             | Alta                                  | No                                  | s.a.          | s.a.              |
| <i>C. interruptor</i> | Muy baja    | Sí                             | Alta                                  | No                                  | Alta          | Alta              |
| <i>Bethylus</i> sp.   | Muy baja    | s.a.                           | s. a.                                 | s. a.                               | s. a.         | s. a.             |
| <i>T. turionum</i>    | Muy alta    | No                             | Muy alta                              | No                                  | Muy alta      | Muy alta          |

\* s. a.: Sin antecedentes.

sincronización simplemente alta. Sin embargo, los pimplinos *P. turionellae* y *E. ruficollis* tuvieron una sincronización variable, el primero de ellos entre alta y media y el segundo entre media y baja, dejando en evidencia la utilización de algún hospedante alternativo, tal como lo señalaron ARTHUR y JUILLET (1961).

A este respecto, la necesidad de hospedantes alternativos (Cuadro 5) es otro factor a tener en cuenta puesto que en el caso de seleccionar un parasitoide con esta característica, sería imprescindible incorporar al hospedante alterno también. Los resultados de nuestros estudios confirman la necesidad de un hospedante alternativo para los pimplinos *P. turionellae* (Fig. 4A) y *E. ruficollis* (Fig. 4B) que permita completar su ciclo biológico, lo cual supone un serio inconveniente para su selección como candidatos. En cuanto a *C. interruptor* (JUILLET, 1959) y *C. ramidulus* (Fig. 4C) la presencia de un hospedante alternativo no resulta imprescindible y *T. turionum* claramente no lo requiere.

Una gran fecundidad del parasitoide resulta ser una característica muy útil si éste ha de ser utilizado a gran escala. El eulófido *T. turionum* tiene una fecundidad muy alta, basada en su hábito de oviposición gregario y en el predominio de las hembras (JUILLET, 1959; ARTHUR y JUILLET, 1961). *T. turionum* produce una media de 41 individuos adultos por cada crisálida parasitada, con una razón sexual del 72% favorable a las hembras (HUERTA *et al.*, 2002). En los restantes parasitoides, *C. interruptor* presenta una fecundidad alta (JUILLET, 1959), mientras que *P. turionellae* (BERRY, 1939) y *E. ruficollis* (JUILLET, 1959) son relativamente poco fecundos (Cuadro 5).

Por último, la facilidad de cría es otro aspecto a tener en cuenta en la selección, debido al alto coste de la labor y a que se requieren grandes cantidades de individuos para distribuir adecuadamente el material en el campo y favorecer su colonización (COULSON y WITTER, 1984). *T. turionum* se destacaría por su muy alta facilidad, mientras que

en el resto de parasitoides identificados sería simplemente alta, a excepción de *E. ruficollis*, que la tendría baja, y de *C. ramidulus*, *Angitia* sp. (Hy.: Pimplinae) y *Bethylus* sp. (Hy.: Bethylinae) de los que se carece de antecedentes (Cuadro 5).

Si se consideran todas las características anteriores en el conjunto de los parasitoides susceptibles de ser seleccionados (Cuadro 5) puede observarse que, sin lugar a dudas *T. turionum* reúne todos los aspectos que debería tener un candidato prometedor, por su alta capacidad de localización de sus hospedantes, gran plasticidad, ausencia de cleptoparasitismo, buena sincronización con el ciclo de vida de *R. buoliana*, independencia de hospedantes alternativos, elevada fecundidad y facilidad de cría.

Un segundo candidato sería *P. turionellae*, que aún las características favorables de buena localización del hospedante, gran plasticidad, ausencia de cleptoparasitismo, fecundidad relativamente alta y facilidad de cría, pero que requiere la presencia de un hospedante alternativo para completar su desarrollo (Cuadro 5). Esta característica claramente relega a este candidato a un segundo lugar, puesto que sería necesario procurar la presencia del hospedante alternativo en Chile, bien por adquisición de uno nativo, o por introducción de uno nuevo.

El otro pimplino, *E. ruficollis*, podría situarse como tercer candidato, ya que presenta el mismo inconveniente que *P. turionellae* en cuanto a la necesidad de un hospedante alternativo, y además posee inferiores aptitudes en capacidad de localización, plasticidad, fecundidad y facilidad de cría (Cuadro 5).

## AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la Agencia Española de Cooperación Internacional (AECI), por la concesión de una beca de manutención a la autora principal para estudios de doctorado y al proyecto "Control Integrado de la Polilla del Brote del pino (*Rhyacionia buoliana* Den. et Schiff.)". Ref. VA 39/99, Programa

de Apoyo a Proyectos de Investigación de la Consejería de Educación y Cultura de la

Junta de Castilla y León (España), que financió parte de esta investigación.

#### ABSTRACT

HUERTA A., F. ROBREDO, J. DIEZ, J. A. PAJARES. 2006. The parasitoid complex selection of the European pine shoot moth (*Rhyacionia buoliana* Den. et Schiff.) (Lepidoptera: Tortricidae) for the biological control in Chile. *Bol. San. Veg. Plagas*, **32**: 595-607.

The parasitoid complex of the European pine shoot moth *Rhyacionia buoliana* Den. et Schiff. (Lepidoptera: Tortricidae) was studied in Spain in field and laboratory tests aimed to its use in the biological control of this pest in Chile. The species component of the complex parasitizing late developmental stages of the pest was obtained: five parasitoids larval instars (*Orgilus obscurator* Nees, *Cremastus interruptor* Grav., *Campoplex ramidulus* Brischke, *Ephialtes ruficollis* Grav. and *Angitia* sp.) and four parasitoids of pupae (*Pimpla turionellae* L., *Pimpla* sp., *Bethylus* sp. and *Tetrastichus turionum* Htg.). The analysis of different characteristics and behavior of each parasitoid lead to the selection of the pupal parasitoid *T. turionum* as the most promising candidate: good ability to locate hosts, high ecological adaptability, absence of cleptoparasitism, high synchronizing to its host, independence of alternative hosts, and high fecundity.

**Key words:** *Rhyacionia buoliana*, *Pinus pinea*, complex of parasitoids, biological control, parasitism.

#### REFERENCIAS

- ARTHUR A. P., JUILLET, J. A. 1961. The introduced parasites of the European pine shoot moth, *Rhyacionia buoliana* (Schiff.) (Lepidoptera: Olethreutidae) with a critical evaluation on their usefulness as control agents. *The Canadian Entomologist*, **93**: 297-312.
- ARTHUR, A. P., STAINER, J. E., TURNBULL, A. L. 1964. The interaction between *Orgilus obscurator* (Nees.) (Hymenoptera: Braconidae) and *Temelucha interruptor* (Grav.) (Hymenoptera: Ichneumonidae), parasites of the pine shoot moth, *Rhyacionia buoliana* (Schiff.) (Lepidoptera: Olethreutidae). *The Canadian Entomologist*, **96**: 1030-1034.
- BALDINI, A., COGOLLOR, G., SARTONI, A., AGUAYO, J. 2005. Control biológico de plagas forestales de importancia económica en Chile. Corporación Nacional Forestal y Fundación para la Innovación Agraria, Santiago de Chile, 205 p.
- BERRY, P. A. 1939. Biology and habits of *Ephialtes turionellae* (L.), a pupal parasite of the European pine shoot moth. *Journal of Economic Entomology*, **32**(5): 717-721.
- COULSON, R., WITTER, J. 1984. Forest entomology. Ecology and management. A Wiley- Interscience Publication. 669 p.
- DAJOZ, R. 1980. Écologie des insectes forestiers. Gautier-Villars, Paris. 489 p.
- DEBACH, P. (ed) 1977. Lucha biológica contra los enemigos de las plantas. Ed. Mundi-Prensa, Madrid. 399p.
- EHLER, L. E. 1990. Introduction strategies in biological control of insect. Pp. 111-134 In: Mackauer, M., Ehler, L., Roland, J. *Critical issues in biological control*. Intercept. California.
- HUERTA, A., PAJARES, J. A., ROBREDO, F. 2002. Ciclo de vida de *Tetrastichus turionum* Htg. (Hy.: Eulophidae), un parasitoide de crisálidas de polilla del brote del pino (*Rhyacionia buoliana* Den. et Schiff. (Lep. Tortricidae) para el control biológico en Chile. *Bol. San. Veg. Plagas*, **28**(1): 151-161.
- INSTITUTO FORESTAL (INFOR). 2001. Estadísticas forestales 2000. *Boletín Estadístico (Chile)* N° 79.
- JUILLET, J. A. 1959. Morphology of immature stages, life history and behaviour of three hymenopterous parasites of the European pine shoot moth, *Rhyacionia buoliana* (Schiff.) (Lepidoptera: Olethreutidae). *The Canadian Entomologist*, **91**:709-719.
- JUILLET, J. A. 1960. Immature stages, life histories, and behaviour of two Hymenopterous parasites of the European pine shoot moth, *Rhyacionia buoliana* (Schiff.) (Lepidoptera, Olethreutidae). *The Canadian Entomologist*, **92**: 342-346.
- LANFRANCO, D., BÜCHNER, J., AGUILAR, M. A., HORNOS, R. 1991. Parasitoides nativos en el control de la polilla del brote del pino (*Rhyacionia buoliana*): avances en la identificación del complejo y de sus estrategias de desarrollo. *Bosque (Chile)*, **12** (2): 69-74.
- ROJAS, S. 2005. Control biológico de plagas en Chile. Historia y Avances. Colección Libros INIA N°12. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Ministerio de Agricultura. La Cruz, V Región, Chile. 123 p.
- ROMANYK, N.; CADAHA, D. (eds) 2002. Plagas de insectos en las masas forestales españolas. Ministerio de

- Agricultura, Pesca y Alimentación. Egra, SA, Madrid. 336 p.
- SCHRÖDER, D. 1974. A study of the interactions between the internal larval parasites of *Rhyacionia buoliana* (Lep., Olethreutidae). *Entomophaga*, **19**(2): 145-171.
- SYME, P. 1970. Discrimination by *Hyssopus thymus* (Hymenoptera: Eulophidae) against *Orgilus obscurator* (Hymenoptera: Braconidae), an internal parasite of the European pine shoot moth, *Rhyacionia buoliana* (Lepidoptera: Olethreutidae). *The Canadian Entomologist*, **102**: 1523-1527.
- WATSON, W., ARTHUR, A. P. 1959. Parasites of the European pine shoot moth, *Rhyacionia buoliana* (Schiff.), in Ontario. *The Canadian Entomologist*, **91**: 478-448.

(Recepción: 3 abril 2006)  
(aceptación: 25 mayo 2006)



## El establecimiento de una cartografía de algunas enfermedades de la remolacha azucarera de la región del Gharb de Marruecos

J. SNAIKI, A. NADIF, M. OUHSSINE

Marruecos es uno de los mayores consumidores de azúcar a escala internacional. La remolacha azucarera, que se introdujo durante los años sesenta para proporcionar estas necesidades, es ahora propensa a una multitud de ataques relativamente importantes y diversificados que limitan seriamente su nivel de producción. Una investigación realizada en la región del Gharb sobre la *Cassida*, que causa daños espectaculares en los campos de remolacha, puso de manifiesto que este devastador es el principal enemigo de este cultivo. El objeto de este trabajo es el de conocer la situación fitosanitaria frente a las principales enfermedades y realizar una carta de estas enfermedades de la remolacha azucarera de las tres zonas productoras (Mechraï Bel Ksirri, Sidi Allal Tazi y Sidi Sli-mane) de este perímetro. Se efectuaron algunas prospecciones durante el ciclo vegetati-vo de nuestro cultivo.

J. SNAIKI, M. OUHSSINE. Université Ibn Tofail, Faculté des sciences, Département de Biologie, Kenitra (Maroc). E-mail : snjaafar@yahoo.fr  
A. NADIF. ORMVAG/CTCS, BP/79, Kenitra (Maroc)

**Palabras clave :** Marruecos, remolacha azucarera, Gharb, enfermedades.

### INTRODUCCIÓN

Hasta 1963, Marruecos importaba la totalidad de sus necesidades de azúcar bajo forma bruta y refinada. Este producto principal, representaba por sí solo más de un 10% de las importaciones del país (LAHLOU y MADRANE, 1991). Mientras que, actualmente, la producción nacional de azúcar se sitúa en 450000 toneladas aproximadamente, de la cual el 80% se obtiene a partir de la remolacha azucarera. El complemento está garantizado por las importaciones, que ascienden actualmente a 550000 toneladas (M.A.D.R.E.F, 2004).

La producción de los cultivos azucareros conoció un desarrollo que aumentaba a lo largo de los años, gracias al incremento de las superficies cultivadas y de la productividad registrados durante las últimas décadas. La región del Gharb; contribuye con un 25,5% de

la totalidad de la producción nacional, o sea, 763712 T, mientras que ocupa alrededor de un 30% de las superficies reservada a la remolacha. Sin embargo, la producción en esta región se ha caracterizado estos últimos años por una reducción de los rendimientos, que pasaron de 49,5 T/Ha. en 1999 a 45,5 T/Ha. en 2004 a pesar del aumento de las superficies cultivadas, que pasaron de 13679 Ha en 1999 a 16963 en 2004 (M.A.D.R.E.F, 2004). Esta reducción de rendimiento se debe entre otras cosas a los problemas fitosanitarios, en este caso las enfermedades y los devastadores. En efecto, hay una aparición apreciable de cercospora después de períodos calientes y húmedos, sobre todo en la zona costera del Gharb (AKALACH *et al.*, 1999). Mientras que otras enfermedades foliares (*Phoma*, *Ramularia*, *Uromyces*) son menos extendidas. En verano, se encuentra el Oidio (*Erysiphe* b),

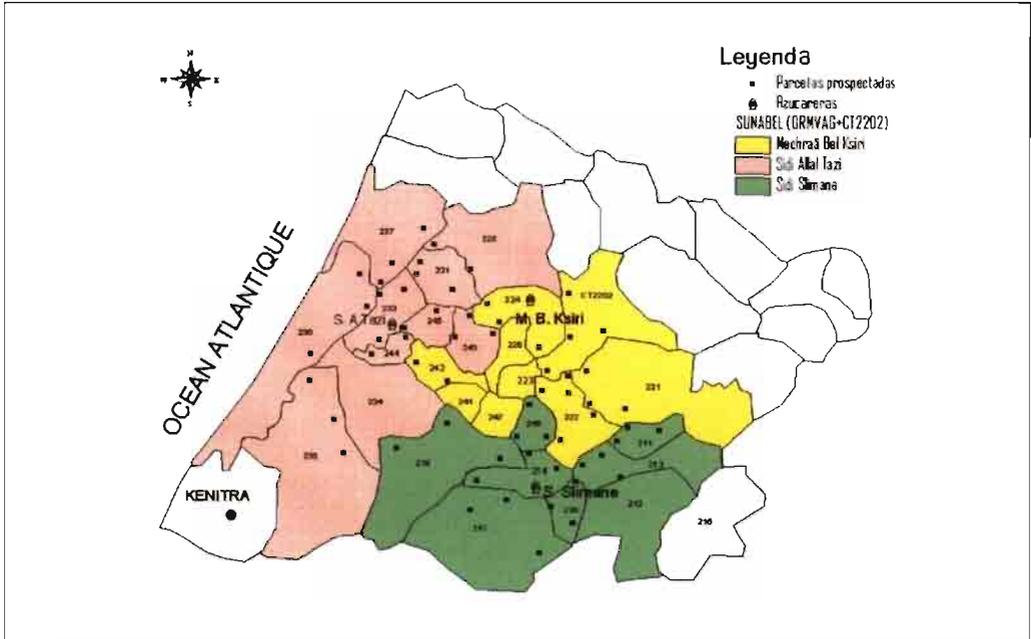


Figura 1. Distribución de las parcelas prospectadas en la región del Gharb.

sobre todo sobre remolachas que sufren de sequía o elevadas temperaturas. Entre los insectos, las orugas de distintas especies de noctuidos atacan a las plantas jóvenes de remolacha y son la causa de reducción de producción. En ocasiones, los tops y gusanos blancos causan daños en los campos de remolachas. En invierno, en el caso de suelos pesados y húmedos de la zona costera del Gharb, las jóvenes plántulas de remolacha pueden ser dañadas tanto por las babosas que a menudo es necesario efectuar una resiembra . Los nematodos *Heterodera schachtii*, *Ditylenchus dipsaci* y *Meloidogyne* spp pueden atacar a la remolacha, sobre todo en las regiones arenosas, causando así importantes daños.

## MATERIAL Y MÉTODOS

### Realización de las prospecciones al campo en región del Gharb

El seguimiento de la situación fitosanitaria se realiza sobre sesenta parcelas de agricultores durante el ciclo vegetativo de la remolacha. Obviamente, la prioridad se concedió a los CDA (Centro de Desarrollo Agrícola) donde las superficies remolacheras son más importantes.

La elección de las parcelas de seguimiento se hizo según el reparto administrativo realizado por el grupo de azucareras del Gharb y que delimita la zona de acción de cada azucarera. En efecto, la programación

Cuadro1. Los CDA visitados en las prospecciones en la región del Gharb

| Azucareras | Centros de Desarrollo Agrícola          |
|------------|---|
| M.B. Ksiri | 241-242-247-224-226-223-222-221-DPA2202 |
| S.A.Tazi   | 225-231-233-243-244-245-235-234-237-236 |
| S.Slimane  | 211-212-213-214-216-217-218-246         |

de la superficie sembrada por la remolacha azucarera está bajo la responsabilidad de tres azucareras. Las azucareras de Mechraä Bel ksiri que administra el sector de Mechraä Bel Ksiri, la de Sidi Allal Tazi y que encuadra la zona de Sidi Allal Tazi y la azucarera de Sidi Slimane que administra la zona de Sidi Slimane. El cuadro 1 muestra los CDA visitados en la zona de acción de cada azucarera y la figura 1 muestra las parcelas examinadas.

### Cuantificación de las enfermedades

La cuantificación de las enfermedades 'in situ' se realizó por medio de la determinación de la incidencia y la severidad (BOULIF, 2000; ZADOKS y SCHEIN, 1979). La primera está determinada por el cálculo del porcentaje de plantas alcanzadas en cada parcela prospectada y éste por el recuento de las plantas alcanzadas sobre 50 plantas elegidas aleatoriamente zigzagueando en la parcela, mientras que la severidad se determinó considerando el porcentaje de la superficie foliar alcanzada por la enfermedad sobre 10 hojas por parcela.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Análisis de la situación fitosanitaria en la zona de Mechraä Bel Ksiri

El cuadro 2 resume la información y los datos recogidos en las prospecciones realizadas en la zona de Mechraä Bel Ksiri. Esta zona parece estar menos infestada por las enfermedades y las plagas. Ésto puede ser explicado por el hecho de que las prospecciones en esta zona comenzaron pronto (4 de febrero). Durante este período las condiciones climáticas y fenológicas no eran favora-

bles al desarrollo de las enfermedades y plagas. En efecto, solamente 3 parcelas están infestadas por cercospora y una por ramulariosis.

### Cercospora

La aparición de las enfermedades foliares en la zona de Mechraä Bel Ksiri durante el período de prospección fue caracterizada por incidencias escasas. En efecto, el porcentaje de plantas atacadas por cercospora varió del 4 al 22%, con una media de 15%. Sin embargo, la severidad media de esta enfermedad siguió siendo muy escaso (3%). De las tres parcelas que presentaban síntomas de cercospora, sólo una superaba el límite máximo de intervención definido por SEFIANI (1992) y que es aproximadamente de 5 manchas por hoja. En términos de porcentaje, la proporción de la superficie foliar dañada por la enfermedad no sobrepasó el 3%. A pesar de su baja severidad, fue necesario un tratamiento preventivo contra esta enfermedad, debido a que el inóculo, ya instalado sobre el follaje de la remolacha, puede desarrollarse cuando las condiciones climáticas son favorables. La propagación de la enfermedad es entonces rápida.

### Ramulariosis

La ramulariosis se observa en la zona de Mechraä Bel Ksiri. La incidencia de ataque no sobrepasó un 10% y la severidad media es del orden de un 8%. Los ataques son muy limitados, lo que significa que estas condiciones, no se recomienda ningún tratamiento especial contra esta enfermedad. No obstante, los tratamientos utilizados contra la cercospora bastan para suprimir la ramulariosis.

Cuadro 2. Los problemas fitosanitarios de la remolacha azucarera en la zona de Mechraä Bel Ksiri

| Zona   | Periodo del prospeccion | Enfermedades | Parcelas atacadas | Incidencia Media (%) | Severidad (%) |
|--|-------------------------|--------------|-------------------|----------------------|---------------|
| Mechraä Bel Ksiri<br>(17 parcelas inspectadas) | De 4 Febrero            | Cercospora   | 3                 | 15                   | 1 ≤ S ≤ 5     |
|  | A 15 Marzo              | Ramulariosis | 1                 | 10.74                | 8             |

Cuadro 3. Los problemas fitosanitarios de la remolacha azucarera en la zona de Sidi Allal Tazi

| Zona   | Periodo del prospeccion | Enfermedades            | Parcelas atacadas | Incidencia Media (%) | Severidad (%) |
|--|-------------------------|-------------------------|-------------------|----------------------|---------------|
| Sidi Allal Tazi<br>(24 parcelas inspectadas) | Du 25 Marzo             | Cercospora              | 13                | 45                   | 1 ≤ S ≤ 12    |
|  | Au 22 Abril             | Roya                    | 3                 | 22,15                | 1 ≤ S ≤ 15    |
|  |                         | Manchas de <i>Phoma</i> | 3                 | 5,3                  | 2 ≤ S ≤ 3     |
|  |                         | Tumores jaspeados       | 3                 | 4                    | Tumeurs       |
|  |                         | Ramulariosis            | 2                 | 8                    | 1 ≤ S ≤ 2     |
|  |                         | Putrefacción suave      | 2                 | 2                    | 100           |
|  |                         | Oidio                   | 1                 | 2                    | 15            |

### Análisis de la situación fitosanitaria en la zona de Sidi Allal Tazi

El cuadro 3 pone de manifiesto que, en la zona de Sidi Allal Tazi, la cercospora ocupa el primer lugar, con un número de parcelas infectadas de 13. Este enemigo ha registrado también una importante incidencia en las parcelas visitadas. La herrumbre, las manchas de *Phoma* y los tumores jaspeados se observan con una incidencia del 12% aproximadamente (3 parcelas de cada 24 visitadas), y en último lugar se encuentra la ramulariosis y el oidio, que se identificaban en 2 parcelas para la primera enfermedad y solamente en una única parcela para la segunda.

#### Cercospora

La Cercospora fue la enfermedad más extendida en la zona de Sidi Allal Tazi, pero su impacto en el crecimiento vegetativo de la remolacha azucarera no fue muy importante. Como muestra el cuadro 3, la incidencia del ataque por cercospora varió entre 5% y 85%, en 8 parcelas, de las 13 atacadas, mostrando una incidencia entre 5% y 25%. La severidad del ataque varió menos del 3% al 12%, con 12 parcelas mostrando una severidad inferior al 8%.

#### Roya

Por ello, durante nuestras prospecciones, constatamos la presencia de los síntomas de la roya en la zona de Sidi Allal Tazi. La enfermedad se observó en 3 parcelas de las 24 visitadas, con una incidencia media del orden de un 22% y una severidad media de 5%.

#### Manchas de *Phoma*

Las manchas de *Phoma* se observan solamente en la zona de Sidi Allal Tazi. Pero la importancia económica de esta enfermedad sigue siendo desdeñable por dos razones, la primera es que los síntomas se observan sobre las viejas hojas y el segundo es que sus parámetros cuantitativos son muy escasos. En efecto, la enfermedad se tuvo en cuenta solamente en 3 parcelas examinadas con una incidencia media que no sobrepasó un 6% y una severidad de una a dos manchas por hoja (la superficie foliar necrosada, inferior al 3%).

#### *Urophlyctis leproides*

Los ataques de *Urophlyctis leproides* se observan solamente en la zona de Sidi Allal Tazi y en las parcelas que presentan zonas de estancamiento de agua, o sobre remolachas sembradas a lo largo de los bordes de la conducción de riego (Figuras 2 y 3). Los ataques son muy raros y sin importancia económica; se observan los tumores sobre el cuello y sobre las hojas. La frecuencia de esta enfermedad en la zona no sobrepasó un 12% (3 parcelas de 24 examinadas). El número de pies, presentando los tumores, es muy limitado en la parcela. Por ello, la incidencia media de esta enfermedad, que se puede considerar como secundaria, sobre la remolacha azucarera, no sobrepasó un 4%.

#### Ramulariosis

En la zona de Sidi Allal Tazi, la enfermedad se define en 2 parcelas con una inci-



Figura 2. Tumores de *Urophlyctis leproides* sobre el cuello de la remolacha azucarera en la región de Gharb.



Figura 3. Corte transversal de un tumor jaspeado causado por *Urophlyctis leproides*.

dencia media del orden de un 8% y una severidad media que no sobrepasó 3%, pues el ramulariose no causó daños considerables que requieren una intervención química.

#### Putrefacción suave

Se detectaron algunos casos de putrefacción suave en la zona de Sidi Allal Tazi en 2 parcelas seguidas y con una incidencia muy escasa de algunos pies por parcela (Figura 4). Estas raíces se llevaron al laboratorio para la determinación del agente patógeno. Aislamientos sobre el medio king B permitieron el desarrollo de una crema bacteriana blanzuca, y los análisis bioquímicos revelaron la presencia de *Erwinia carotovora*, que era el agente patógeno responsable de esta putrefacción suave.



Figura 4. Raíz de remolacha presenta con putrefacción suave en la región del Gharb.

#### Oidio

El oidio apareció en la zona de Sidi Allal Tazi, pero solamente en una única parcela sobre 24 examinadas. La incidencia del ataque en esta parcela fue del orden de un 2%, mientras que la severidad media es de 15%. Dado que los parámetros cuantitativos de esta enfermedad son muy pequeños, no se recomienda intervención química durante el período de prospección.

#### Análisis de la situación fitosanitaria en la zona de Sidi Slimane

Las prospecciones realizadas en la zona de Sidi Slimane (cuadro 4) ponen de manifiesto que el oidio es la enfermedad más frecuente (en 8 parcelas entre 24 prospectadas). Las otras enfermedades se encuentran menos en las parcelas de remolacha y sus efectos sobre el cultivo permanecen limitadas y sin importancia económica. El perfil sanitario se ha caracterizado por un nuevo orden de los enemigos, lo que puede explicarse por las condiciones microclimáticas de cada zona y los períodos de visita de las parcelas. Por eso es importante estandarizar las prospecciones en términos de tiempo con el fin de poder hacer las recomendaciones convenientes para cada zona.

#### Oidio

El oidio es la enfermedad más importante en la zona de Sidi Slimane por la amplitud de su frecuencia (en 8 parcelas entre 21 exami-

Cuadro 4. Los problemas fitosanitarios de la remolacha azucarera en la zona de Sidi Slimane

| Zona                          | Periodo del prospeccion   | Enfermedades           | Parcelas atacadas | Incidencia Media (%) | Severidad (%) |
|-------------------------------|---------------------------|------------------------|-------------------|----------------------|---------------|
| Sidi Slimane<br>(21 parcelas) | Du 26 Abril<br>Au 02 Mayo | Oidio                  | 8                 | 10,62                | De 1 à 3      |
|                               |                           | Cercospora             | 8                 | 52                   | 25 ≤ S ≤ 8    |
|                               |                           | Enfermedad del corazón | 2                 | 9                    | –             |
|                               |                           | Putrefacción suave     | 1                 | 7                    | 100           |
|                               |                           | Roya                   | 1                 | 1                    | 1             |

nadas). La incidencia de la enfermedad varió del 20% al 100% con una media del 52% (cuadro 6), y la severidad del ataque varió del 25% al 82% con una severidad media del orden de un 65% (Figura 5).

### Cercospora

En la zona de Sidi Slimane, la cercosporiosis se observó solamente en 2 parcelas y con una severidad media de 5,5%. El efecto de esta enfermedad sobre el crecimiento vegetativo es muy escaso este año. Esto es puede deberse a la amplia utilización de (Flutriafol + Carbendazina), producto químico reconocido por los agricultores por su eficacia contra las setas.

### La enfermedad del corazón

La falta de boro frecuentemente se observa en la zona del Gharb (Figura 6), lo que impulsó a las azucareras a animar a los agricultores a tratar con un producto a base de boro, y esto por la distribuido gratuitamente.



Figura 5. Síntomas de oidio sobre remolacha azucarera en la región del Gharb.

A pesar de eso, hemos observado síntomas de falta en la zona de Sidi Slimane en dos parcelas y con una incidencia media del 9%.

### Putrefacción suave

La putrefacción suave apareció en la zona de Sidi Slimane solamente en una parcela entre las 21 visitadas, con una incidencia media del 7%. Una putrefacción suave, incluso escasa, no debe descuidarse ya que la bacteria prosigue su desarrollo sobre las remolachas y puede contaminar rápidamente las raíces vecinas, causando importantes pérdidas por putrefacción.

### Roya

En la zona de Sidi Slimane, la roya se encontró solamente en una parcela, con una severidad de 1%. La roya no ha tenido una importancia sobre la remolacha azucarera en la región del Gharb. La Figura 7 resume la situación fitosanitaria de la remolacha en la región del Gharb.



Figura 6. Síntomas de la falta de boro sobre raíces de la remolacha azucarera en la región del Gharb.

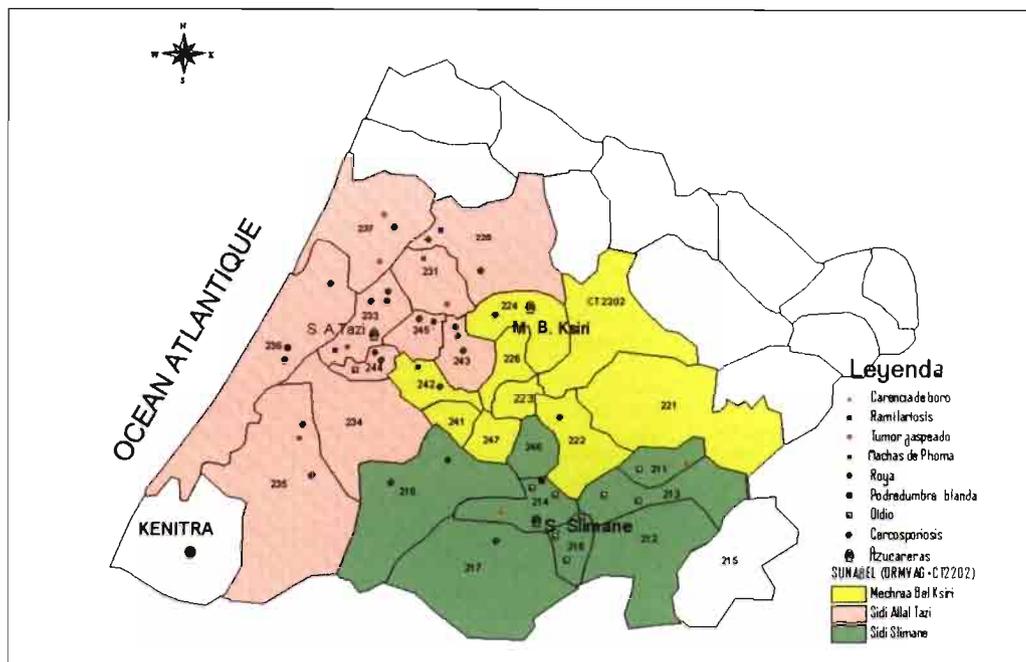


Figura 7. La distribución de las enfermedades de la remolacha azucarera en la región del Gharb.

## CONCLUSIONES

Las prospecciones realizadas en la región del Gharb revelan que la situación sanitaria de la remolacha azucarera es en general buena. La escasa infección de la zona Machraa Bel Kasiri nos lleva a recomendar la realización del seguimiento sanitario del cultivo de la remolacha azucarera a partir del finales de marzo con el fin de tener una imagen fiel de la situación fitosanitaria de este cultivo.

Debido a la amplitud de la tarea, conviene formar equipos especializados para cada zona así como estandarizar las prospecciones en términos de tiempo con el fin de poder hacer las recomendaciones convenientes para cada zona. Es indispensable formar los prospectores para cada zona con el fin de recoger la información necesaria para el momento conveniente y comunicarlos a los centros de toma de decisión relativa a la lucha.

## ABSTRACT

SNAIKI J., A. NADIF, M. OUHSSINE. 2006. The establishment of a cartography of some sugar beet diseases of the Gharb of Morocco area. *Bol. San. Veg. Plagas*, 32: 609-616.

Morocco is one of the greater consumers of sugar to international scale. The sugar beet, that was introduced during the sixties to provide these needs, is now prone to a multitude of relatively important attacks and diversified that they limit seriously their level of production. An investigation carried out in the region of the Gharb on the Cassida, that causes spectacular damages in the fields of beet, showed that this devastating one is the main enemy of this culture. The object of this work is to know the phytosanitary situa-

tion against the main diseases and to make a map of these diseases of the sugar beet of the three producing zones (Mechraâ Bel Ksiri, Sidi Allal Tazi and Sidi Slimane) of this area. Some researches during the vegetative cycle of our culture were.

**Key words:** Morocco, sugar beet, Gharb, diseases,

#### REFERENCIAS

- AKALACH M., NADIF A., AABAD M. & El Ghrasli, D. (1999) Module de formation sur le thème « Protection des cultures de céréales, betterave à sucre et cultures maraîchères ». Centre Technique des Cultures Sucrières (CTCS).
- BOULIF, M. (2000) La quantification des maladies. Cours d'épidémiologie de 5<sup>ème</sup> année option protection des plantes, ÉNA de Meknès, 12 pp.
- LAHLOU I. & MADRANE O. (1991) Développement des cultures sucrières au Maroc. Rencontre internationale en langue Française sur la canne à sucre organisée par l'AFCAS (Association Française de canne à sucre). 27-34.
- M.A.D.R.E.F. (2004) Ministère de l'Agriculture, du Développement Rural et des Eau et Forêts.
- SEFIANI, M. (1992) Etude de quelques aspects épidémiologiques de la cercosporiose de betterave sucrière dans le périmètre des Doukkala. Mémoire de fin d'études. IAV. Hassan II, Rabat.
- ZADOKS, J. C. y SCHEIN, R. D. (1979) Epidemiology and plant disease management. Oxford University Press, New York. 381 pp.

(Recepción: 29 marzo 2006)

(Aceptación: 3 julio 2006)



# SUMARIO DEL VOL. 32 (4.1)

## ENTOMOLOGÍA

- S. G. BADO, A. COLOMBO, F. VILELLA. Entomofauna asociada al cultivo de *Solanum gilo* Raddi (Solanaceae) en Argentina ..... 451
- S. A. DE BORTOLI, J. E. M. OLIVEIRA. Densidade populacional e comportamento de predação de *Orius insidiosus* (Say, 1832) (Hemiptera: Anthocoridae) em agroecossistemas de algodoeiro e milho ..... 465
- J. E. M. OLIVEIRA, S. A. DE BORTOLI. Levantamento e análise faunística e determinação de índices ecológicos de artrópodos em diferentes comunidades ..... 473
- L. SAZO, E. PIZARRO, J. E. ARAYA. Efecto de la forma de aplicación de imidacloprid en el control de la cochinilla de cola larga *Pseudococcus longispinus* (Targioni & Tozzetti) en aguacate y su impacto sobre *Neoseiulus californicus* (McGregor) en Chile ..... 483
- M. M. TÉLLEZ NAVARRO, G. TAPIA PERÉZ. Acción depredadora de *Coenosia attenuata* Stein (Diptera: Muscidae) sobre otros enemigos naturales en condiciones de laboratorio ..... 491
- A. VASICEK, F. R. LA ROSSA, M. MENDY, M. LÓPEZ, A. PAGLIONI. Respuesta biológica y poblacional de *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae) sobre seis cultivares de pimiento (*Capsicum annum* L.) en condiciones de laboratorio ..... 499
- L. K. F SILVA, V. ARTHUR, D. E. NAVA, J. R. P. PARRA. Tratamento quarentenário em ovos de *Stenoma catenifer* Walsingham (Lepidoptera: Elachistidae), com radiação gama do Cobalto-60 ..... 507
- S. DUARTE, C. I. GONÇALVES, E. FIGUEIREDO, J. A. QUARTAU, A. MEXIA, F. AMARO. Viability of rearing *Telenomus* sp. (Hymenoptera, Scelionidae), an egg parasitoid of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera, Noctuidae), under laboratory conditions ..... 513
- E. SOLER-SALCEDO, E. RODRIGO, F. FERRAGUT. Colonización, comportamiento alimenticio y producción de daños en las arañas rojas *Tetranychus urticae* y *T. turkestanii* (Acari, Tetranychidae) ..... 523

## PATOLOGÍA

- M. GARCÍA ALCÁZAR, M.A. AÑAÑOS, R. BLANCO, D. CIFUENTES. Grupos de Compatibilidad Vegetativa de *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-cucumerinum* en la Provincia de Almería ..... 535
- A. ALFARO FERNÁNDEZ, M. C. CÓRDOBA SELLÉS, M. C. CEBRIÁN MICÓ, I. FONT, M. JUÁREZ, V. MEDINA, A. LACASA, J. A. SÁNCHEZ NAVARRO, V. PALLÁS, C. JORDÁ GUTIÉRREZ. Necrosis del tomate: "torrao" o "cribado" ... 545

## TERAPÉUTICA

- C. BASSO, G. GRILLE, R. ALZUGARAY, B. PINTUREAU. Comparative Study of the effects of *Trichogramma pretiosum* (Hym., Trichogrammatidae) releases and Triflumuron Applications on *Epinotia aporema* (Lep., Tortricidae) in Birdsfoot Trefoil Seedbeds ..... 563
- J. P. BRITO, R. C. BAPTISTUSSI, M. FUNICHELLO, J. E. M. OLIVEIRA, S. A. DE BORTOLI. Efeito de óleos essenciais de *Eucalyptus* spp. sobre *Zabrotes subfasciatus* (Boh., 1833) (Coleoptera: Bruchidae) e *Callosobruchus maculatus* (Fabr., 1775) (Coleoptera: Bruchidae) em duas espécies de feijões ..... 573
- P. BORRAJO CUDER, R. OCETE RUBIO, G. LÓPEZ, M. A. LÓPEZ MARTÍNEZ, F. RUIZ FERNÁNDEZ. Control Biológico de *Phoracantha* sp. (Coleoptera, Cerambycidae) por *Avetianella longoi* Siscaro (Hymenoptera, Encyrtidae) en la provincia de Huelva ..... 581
- A. HUERTA, F. ROBREDO, J. DIEZ, J. A. PAJARES. Selección de parasitoides de la polilla europea del brote del pino (*Rhyacionia buoliana* Den. et Schiff.) (Lepidoptera: Tortricidae) para el control biológico en Chile ..... 595

## OTROS TEMAS

- J. SNAIKI, A.NADIF, M.OUHSSINE. El establecimiento de una cartografía de algunas enfermedades de la remolacha azucarera de la región del Gharb de Marruecos ..... 609



MINISTERIO  
DE AGRICULTURA, PESCA  
Y ALIMENTACIÓN