

ISSN 1659-008 2

Manejo Integrado de Plagas y Agroecología

Setiembre 2003

No. 69



CATIE

Centro Agronómico Tropical
de Investigación y Enseñanza

Manejo Integrado de Plagas y Agroecología

- En congruencia con el lema institucional del CATIE de *producir conservando, conservar produciendo*, esta revista tiene como objetivo contribuir con el desarrollo de sistemas agrícolas y forestales sostenibles, la conservación de los recursos naturales, y la protección de la salud de los agricultores y los consumidores.
- Constituye un foro de discusión, así como un instrumento para la difusión de los resultados de investigación, experiencias prácticas y transferencia de tecnologías en los campos de la protección vegetal y la agroecología, con énfasis en la región neotropical.
- Cuenta con una sólida trayectoria, pues se publica de manera ininterrumpida y puntual, en forma trimestral (en marzo, junio, setiembre y diciembre) desde setiembre de 1986. Hasta marzo de 2002 se denominó *Manejo Integrado de Plagas*.
- Tiene un contenido versátil, ya que además de artículos científicos incluye textos de formato diverso (hojas técnicas, boletines, secciones especializadas, reseñas bibliográficas y anuncios de eventos), para así estimular la formación de redes de colaboración en el ámbito continental, en investigación, transferencia de tecnología, enseñanza y cooperación técnica, para contribuir así al desarrollo social y económico de los países de América Latina y el Caribe.
- Está indizada en bases de datos prestigiosas, como CAB, AGRIS y AGROAMBIENTE (CAB/NAL), y además aparece en foros electrónicos especializados.
- Para garantizar su idoneidad, cada trabajo es revisado por al menos dos expertos en el tema de pertinencia, y dicho proceso es complementado con el arbitraje del Comité Editorial. Asimismo, se cuenta con un *Comité Editorial Internacional*, integrado por científicos de renombre mundial, que supervisa la calidad técnica de la revista y hace recomendaciones sobre políticas, contenido, formato, etc.
- Las ideas y opiniones contenidas en los artículos publicados son responsabilidad exclusiva de los autores y no reflejan necesariamente las del CATIE o de los patrocinadores de la revista.
- Sus costos de producción son cubiertos con aportes directos del CATIE, de la *Autoridad Sueca para el Desarrollo Internacional (ASDI)*, del *Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América (USDA/FA-S/ICD/RSED)*, de los suscriptores, y de los patrocinadores comerciales o filantrópicos mencionados en la contraportada de la revista.
- Los idiomas exclusivos de publicación son español y portugués; solamente en casos muy calificados se aceptan artículos en inglés. Las *instrucciones para los autores* aparecen en las últimas páginas de la revista. En caso de duda, se puede consultar un número reciente, o contactar a la Editora.
- Los materiales contenidos en la revista pueden ser citados o reproducidos, siempre y cuando se mencione la fuente.
- El valor de la suscripción anual es de US\$ 30 (América Central), \$ 35 (resto de América Latina, el Caribe, Asia y África), \$ 45 (otros países), incluye el costo del correo aéreo. La versión electrónica (internet) cuesta \$ 20.

Comité Editorial

Dr. Luko Hilje, *Director*
Dra. Vera Sánchez
M.Sc. Nelly Vásquez
M.Sc. Gabriela Soto
Dr. Joseph Saunders †
Gabriela Gitli, *Editora*

Comité Internacional

Dr. David Williams
(USDA/FAS, Washington)
Dr. Miguel Altieri
(Universidad de California, Berkeley)
Dra. Ann Braun
(Paideia Resources, Nueva Zelanda)
Dr. Steve R. Gliessman
(Universidad de California, Santa Cruz)
Dr. Michael E. Irwin
(Universidad de Illinois, Champaign)
Dr. Kevin Walker
(IICA, Costa Rica)

Dirección: Luko Hilje

Editora: Gabriela Gitli

Diseño y diagramación: Unidad de Comunicación

Revisión bibliográfica: Rigoberto Aguilar

Secretaria: Yorlene Pérez

Versión electrónica: Guisselle Brenes y Yorlene Pérez

Tiraje y Distribución:

1150 ejemplares. Se envía en canje por publicaciones que sean de interés para las actividades que realiza el CATIE.

Correspondencia

Revista Manejo Integrado de Plagas y Agroecología
CATIE

7170 Turrialba, **Costa Rica**

Tel. (506) 558 2633/556 6431

Fax: (506) 556 6282/556 1533

Correo electrónico: ggitli@catie.ac.cr o ciccip@catie.ac.cr

www.catie.ac.cr

Fecha de inicio y periodicidad:

No.1, setiembre, 1986.

Trimestral (marzo, junio, setiembre, diciembre).



Portada: La polinización de frutales tropicales no es tarea exclusiva de las abejas. Como explica nuestro *Foro*, otros insectos de los órdenes Hymenoptera, Diptera y Lepidoptera son de gran importancia en la polinización. Aunque la mayoría de los estudios sobre el tema versan sobre frutales de zonas templadas, hoy en día existe un interés y un énfasis mayor en investigaciones en frutas provenientes de los bosques y ecosistemas tropicales. Las fotos de la portada representan un titidúido sobre una flor de atemoya en la etapa masculina, rodeado por flores de *Annona purpurea* y *A. muricata*. (Fotos: Jorge Peña).

Manejo Integrado de Plagas y Agroecología

Setiembre 2003

No. 69

CONTENIDO

BIOGRAFÍA

- El caucho, un hongo y la guerra: los orígenes del CATIE en Turrialba**1-5
Luko Hilje

FORO

- Insectos polinizadores de frutales tropicales: no solo las abejas llevan la miel al panal**6-20
J. E. Peña

ARTÍCULOS CIENTÍFICOS

- Efecto de tres fungicidas sobre siete aislamientos del entomopatógeno *Lecanicillium* (= *Verticillium*) *lecanii*** ..21-26
J. Francisco Olán H., Hipólito Cortez M.

- Enmiendas y microorganismos antagonistas para el manejo de *Pseudomonas solanacearum* en tomate**27-33
Jorge Ulises Díaz B., Elkin Bustamante, Vera Sánchez G., Andrea Schlonvöigt

- Factores que influyen en la abundancia de *Steneotarsonemus spinki* en arroz, en Cuba**34-37
Ileana Miranda Cabrera, Mayra Ramos L., Basilia M. Fernández

- Compatibilidad de *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* con Nimkol-L® para el combate de *Heterotermes tenuis***38-44
Enrique Castiglioni, José Djair Vendramim, Sergio Batista Alves

- Fluctuação populacional de *Labidura* sp. em *Psidium guajava* submetido a dois métodos de pulverização de fenthion**45-49
Julio C. Galli, Kenji C. A. Senô, Francisco J. Cividanes

- Abundância de pragas e inimigos naturais em soja na região de Gurupi, Brasil**50-57
Julcemar Didonet, Renato De Almeida Sarmento, Raimundo Wagner De Souza Aguiar, Gil Rodrigues Dos Santos, Eduardo Andrea Lemus Erasmo

- Inventario y fluctuación de áfidos alados en Caripe, Venezuela**58-61
Alcibades Carrera, Mario Cermeli

- Evaluación de la fecundidad de hembras de *Phyllophaga obsoleta*, capturadas con trampas de luz en La Esperanza, Honduras**62-65
Luis Vásquez

- Toxicidad sobre *Apis mellifera* de cebos empleados en el combate de moscas de la fruta**66-72
Víctor M. Domínguez M., Jorge Luis Leyva V., Daniel S. Moreno, F. Javier Trujillo A., Raquel Alatorre R., A. Enrique Becerril R.

EXPERIENCIAS

- Experiencias iniciales con alternativas al bromuro de metilo en tomate**73-76
James P. Gilreath, Joseph W. Noling, John P. Jones, Amegda J. Overman, Bielinski M. Santos

NOTA TÉCNICA

- Participación de familias rurales en procesos de capacitación relacionados con plaguicidas**77-83
Rosa Argentina Rugama, Falguni Guharay

HOJA TÉCNICA

- Bases para el manejo integrado de *Thrips palmi***84-91
Luis L. Vázquez M.

BOLETINES

- Mosca Blanca al Día**92-93
Plagas Forestales Neotropicales94-95
Control Biológico de Malezas96-98
Boletín Acceso IICA99-102

SECCION INFORMATIVA

- Futuros eventos**103

Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza CATIE

El Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) es un centro regional dedicado a la investigación y la enseñanza de posgrado en agricultura, manejo, conservación y uso sostenible de los recursos naturales. Sus miembros regulares son: el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), Belice, Bolivia, Colombia, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, República Dominicana y Venezuela. El presupuesto básico del CATIE se nutre de generosas aportaciones anuales de estos miembros, los cuales a su vez conforman su Consejo Superior.

Director General

Pedro Ferreira Rossi

Programa de Educación
para el Desarrollo y la Conservación
Glenn Galloway

Servicios Técnicos Regionales
Alan González

Programa Proyección Regional
y Planificación
Tannia Ammour

Administración y Finanzas
Viviana Sánchez

Representaciones Nacionales del CATIE

(Para mayor información de CATIE, así como para suscribir la Revista puede contactar al Representante Nacional de su país)

COLOMBIA

Convenio Universidad
Tecnológica de Pereira-
CATIE.
Apartado Postal 097,
Pereira, Colombia
Tel. directo (00576)
321-3651
Telefax: (57) 63218738
Correo electrónico:
catiecolombia@utp.edu.co

COSTA RICA

Edificio de la FAO,
Sabana Sur, 500 metros
al oeste del Ministerio de
Agricultura carretera a
Escazú, San José,
Costa Rica
Telefax: (506) 296-5816

EL SALVADOR

Apartado Postal 1-96
1a. Calle Poniente y
61 Ave. Norte. Edif.
Bukele, Planta baja,
San Salvador,
El Salvador
Tel.: (503) 261-2036/2037
Fax: (503) 261-2039
Correo electrónico:
catieelsalvador@integra.com.sv

GUATEMALA

Apartado Postal 76-A,
15 calle y 1a. Ave.
Esquina Zona 10.
Edificio Céntrica Plaza,
4 nivel, Of. 401.
Guatemala, Guatemala
Fax: (502) 366-2643
Tel: (502) 366-2648
366-2649
Correo electrónico:
catiegua@inteln.net.gt

HONDURAS

Apartado Postal #2088
Secretaría de Recursos
Naturales. 1ª Planta,
Edificio Principal,
Boulevard Miraflores
Tegucigalpa, Honduras.
Tel.: (504) 235-6609
235-6773
Fax: (504) 235-6610
Correo electrónico:
catiehon@gbm.hn

NICARAGUA

Apartado Postal #4830
Km 8 1/2 Carretera a
Masaya
Ministerio de Agricultura,
Managua, Nicaragua
Tel.: (505) 276-1026/1109
Fax: (505) 276-1108
Correo electrónico:
catienicaragua@tmx.com.ni

PANAMA

Apartado Postal
08160-1332
Zona 5
Edificio Balboa Plaza
Avenida Balboa
Tel. (507) 263-6400
Fax: (507) 263-2565
Correo electrónico:
catiepanama@cwpanama.net

Representaciones Nacionales del IICA

BELICE

Dr. Jaime Mauricio Salazar
Representante IICA
Apartado Postal #448,
Belmopán, Belice
Tel.: (00501-8) 20-222
Fax: (00501-8) 20-286
Correo electrónico:
iica@btl.net

REPUBLICA DOMINICANA

Dr. Rafael Marte
Representante IICA
Fray Cipriano de Utrera.
Esquina Avenida República del Líbano.
Centro de los Héroes, Santo Domingo,
República Dominicana
Apartado Postal #711
Tel.: (1 809) 533-7522/2797
Fax: (1 809) 532-5312
Correo electrónico: rmarte@icard.org

CATIE Centro Agronómico Tropical
de Investigación y Enseñanza

www.catie.ac.cr

*Suscríbese a
la Revista*

Manejo Integrado de Plagas y Agroecología

Si desea recibir información actualizada sobre plagas agrícolas y forestales, MIP, agroecología, agricultura orgánica y otras alternativas de producción agrícola sostenible generadas en América Latina,

ESTA PUBLICACIÓN LE OFRECE



Los trabajos más significativos en el tema en América Latina como apoyo a investigación, enseñanza, cooperación técnica y toma de decisiones.



Trimestralmente más de 100 páginas de información sobre MIP, Agricultura orgánica, agroecología y otras alternativas de agricultura sostenible, así como agromedicina, transferencia de tecnología, aspectos socioeconómicos, de género, entre otras.



Resultados de investigación, foros, revisiones de literatura, experiencias de los países, hojas técnicas, boletines especializados, reseñas de publicaciones, y avances de investigación, entre otros



Más de 17 años de trayectoria y 68 números publicados



Artículos indizados en las bases de datos agrícolas y ambientales más importantes a nivel mundial

Únase a una amplia red de instituciones, técnicos y especialistas de América Latina que comparten información sobre el tema publicando en la Revista MIPA

Suscripción	1 año	2 años	Números sueltos
América Central	US\$30	US\$55	US \$7
Resto de América Latina y el Caribe	US\$35	US\$65	US \$8
Norte América, Europa, Africa y Asia	US\$45	US\$85	US \$10
Suscripción electrónica	US\$20	US\$40	

Una revista con vocación internacional

Tenemos en nuestras manos el primer número de la revista *Manejo Integrado de Plagas*, publicado en setiembre de 1986. Editado en un formato más bien modesto, contiene apenas seis artículos, derivados de varios eventos organizados por el célebre Proyecto MIP/CATIE (financiado por USAID-ROCAP) en Panamá, y publicados por colegas de ese país, así como por miembros de dicho proyecto. Y, al cotejarla con el número más reciente (No. 68) de la hoy denominada revista *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología*, no cabe duda de que en estos 17 años ha evolucionado en varios sentidos, como lo hemos resaltado en editoriales recientes.

Sin embargo, esta vez deseamos remarcar un aspecto medular, cual es su dimensión internacional, a la cual se refería desde el primer editorial el Dr. Joe Saunders, su fundador. De manera explícita, él invitaba a colegas externos al CATIE a publicar en nuestra revista, para que fuera una verdadera herramienta de difusión e intercambio de información científico-técnica.

En efecto, al revisar los tres números más recientes de la revista, advertimos señales muy positivas en tal sentido, pues entre los autores de sus artículos y sus instituciones están representados 15 países latinoamericanos (México, Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicaragua, Costa Rica, Cuba, República Dominicana, Colombia, Venezuela, Brasil, Bolivia, Chile, Uruguay y Argentina), e incluso los EUA y Francia. Por supuesto, la dimensión geográfica ha traído consigo un contenido más variado y rico en enfoques y experiencias.

Con esto, al igual que con la mayoría de sus actividades de proyección externa, no cabe duda de que el CATIE cumple con el mandato de apoyar las comunidades rurales de nuestro continente y de ser un catalizador de la difusión y la vinculación del conocimiento y las iniciativas de otros grupos e instituciones.

Orgullosos de servir a los productores y técnicos de todos los países de nuestro continente, hoy reafirmamos nuestro compromiso de enriquecer cada vez más nuestra revista, para así honrar también a aquellos visionarios que hace exactamente 60 años (como se describe en la *Biografía* de este número) crearon en Turrialba el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) y, 30 años después, el CATIE.



Dr. Luko Hilje
Director

Revista *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología*

El caucho, un hongo y la guerra: los orígenes del CATIE en Turrialba

Luko Hilje¹

Introducción

Aunque esta sección de *Biografías* fue creada para homenajear a científicos pioneros, hemos decidido ampliarla, para acoger también la obra colectiva que se materializa en la labor de instituciones científicas de nuestro continente también pioneras en los campos de la protección vegetal y la agroecología.

Por tanto, iniciamos esta nueva modalidad rindiendo tributo a dos indisolubles y prestigiosas entidades latinoamericanas que este año conmemoran el 30 y 60 Aniversario de su fundación, respectivamente: el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) y el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), cuyas sedes centrales se localizan en Costa Rica.

Cabe decir que quienes visitan Turrialba (que este año celebra el Centenario de su fundación), e incluso algunos de sus moradores, a veces se preguntan por qué está el CATIE en este cantón y no en otra zona del país o del continente americano. En realidad, las razones son varias, y con este artículo se pretende responder a esta interrogante y aportar nuevos elementos históricos, los cuales reafirman que su creación obedeció tanto a factores agrícolas y climáticos como geopolíticos.

El entorno natural

El cantón de Turrialba está ubicado exactamente entre los extremos de las cordilleras Volcánica Central y de Talamanca. Por tanto, posee altitudes de hasta 3340 m en el volcán Turrialba y 1200 m en Moravia de Chirripó, así como estribaciones montañosas de altitudes intermedias, para desembocar en el valle donde se encuentra la cabecera del cantón (a 646 msnm), cuyo desagüe lo constituye el caudaloso río Reventazón. Hacia el oriente, la abrupta

topografía se desvanece poco a poco en las amplias planicies o llanuras del Caribe, por donde corre ese río para verter sus aguas en el río Parismina, cerca de la costa caribeña.

A pesar de la relativa pequeñez del territorio del cantón, de apenas 1645 km², la diversidad de altitudes y relieves, así como la cercanía del Mar Caribe, crearon numerosos microclimas que, a su vez, originaron diversas zonas de vida *sensu* Holdridge. En Turrialba están representadas 7 u 8 de las 12 principales zonas de vida presentes en Costa Rica, pero predominan las de bosques húmedos, muy húmedos y pluviales, debido a la alta precipitación y alta temperatura que caracterizan la vertiente del Caribe. Con excepción de las regiones altas y montañosas de los distritos de Santa Cruz y Chirripó, así como de algunas partes de La Suiza y Tayutic, el resto del cantón está ubicado en la zona de bosque muy húmedo, con algunas variantes o transiciones hacia otros tipos.

En general, la vegetación y la fauna original de Turrialba tienen gran similitud con las del resto del Caribe. Gran parte de ella aún se puede apreciar en las zonas más altas y montañosas del distrito de Chirripó, así como en algunos bosques remanentes de las zonas más bajas. Aunque no hay recuentos ni inventarios detallados de esta flora y fauna, las narraciones de algunos naturalistas pioneros atestiguan la exuberancia de sus bosques. Así, en 1846, al cruzar de Turrialba hacia la zona de Guayabo, el danés Anders Oersted decía que “*se atraviesa uno de los campos más impenetrables de América, pues no son sino montañas escarpadas que alternan con valles profundos, o torrentes impetuosos que oponen al viajero las más grandes dificultades*”.

Para 1875, tras lamentarse de los pésimos y lodosos caminos en esta zona agreste, el alemán Helmuth Pola-

¹ Unidad de Fitoprotección. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Turrialba, Costa Rica. lhilje@catie.ac.cr

kowsky señalaba, al mirar al horizonte desde la cuesta que sube a partir de Angostura (desde el puente del río Reventazón, muy cerca del CATIE), que *“esta parte del camino es efectivamente mágica por su belleza. Se ve distintamente el volcán Turrialba y las altas cadenas de montañas que lo rodean; se abrazan de una ojeada las más cercanas y más bajas colinas y se hunden las miradas en las espantosas profundidades de los numerosos valles de los cuales se escapa a veces el relámpago de plata de algún río. Todas las alturas y los valles están cubiertos de selvas primitivas eternamente verdes e impenetrables, sobre las cuales a menudo levantan su cabeza palmeras aisladas o reunidas en grupos: ¡una vista maravillosamente hermosa!”*.

Finalmente, a principios del siglo XX, el franco-alemán Carlos Wercklé destacaba que aquí predominaban *“las selvas siempre verdes, donde el calor y la humedad constante mantienen una vegetación exuberante (...). A consecuencia de las precipitaciones demasiado abundantes y de la cantidad insuficiente de horas de sol al año, los árboles tienen en general el tipo particular de estas regiones bajas y húmedas en los países tropicales”*. Pero se trata de *“selvas de aspecto melancólico y sombrío”*, con plantas sin flores de colores vistosos, en las que hay abundancia desmesurada de bejuco, helechos y plantas epífitas (parásitas o piñuelas, musgos, etc.): *“Todo este enredo de bejuco y varillas no presenta un punto de descanso para el ojo; es un revoltijo uniforme y borroso, bastante fastidioso; cuando aparecen palmeras, éstas interrumpen agradablemente este caos (...)”*.

La concreción de un sueño

En realidad, la idea de crear un instituto agrícola surgió del señor Henry A. Wallace, cuando era Secretario de Agricultura de los EUA, durante el mandato de Franklin D. Roosevelt (después sería Vicepresidente de dicho país, acompañando a Roosevelt en su tercera administración). Fue en mayo de 1940, en el VIII Congreso Científico

Americano, cuando Wallace señaló de manera explícita la importancia y necesidad de crear un instituto interamericano de agricultura tropical, lo cual fue aprobado en dicho congreso.

Apenas un mes después, este acuerdo fue elevado ante el Consejo Directivo de la Unión Panamericana (que en 1948 se convertiría en la Organización de Estados Americanos, OEA), el cual no solamente acogió la idea, sino que también actuó de manera ejecutiva, nombrando un Comité Organizador, al cual se le encargó la planificación y organización del nuevo instituto. Lógicamente, por la complejidad de la misión encomendada, tomaría algún tiempo concretar las acciones para materializar el anhelo de Wallace.

El Comité Organizador delegó en una Comisión Técnica la selección del sitio en que se establecería el instituto, la cual recorrió localidades de 11 países, desde México hasta Brasil, los cuales habían ofrecido donar terrenos para esta iniciativa. Los señores Ralph H. Allee, Wilson Popenoe y George R. Boyd, reconocidos científicos, hicieron esto entre setiembre de 1941 y abril de 1942, y ya para mayo de ese año habían recomendado establecer el instituto en Turrialba.

El 7 de octubre, el Consejo Directivo de la Unión Panamericana aprobó la recomendación del Comité Organizador y creó el Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas (IICA). A su vez, nombró como su primer Director al Dr. Earl N. Bressman, quien había sido precursor, junto con Wallace, de la empresa Pioneer Hi-Bred Corn Company, productora de maíz híbrido.

Finalmente, el 19 de marzo de 1943, durante la administración del Dr. Rafael A. Calderón Guardia y en presencia del señor Wallace (ya Vicepresidente de los EUA), Turrialba se vistió de fiesta para celebrar la colocación de la primera piedra de las edificaciones del IICA (Fig. 1). Estas se establecieron en terrenos donados por el Gobierno de Costa Rica. La primera donación correspondió a terrenos



Figura 1. Dibujo de una versión inicial de la fachada del edificio principal del CATIE (concebido entonces como edificio de dormitorios estudiantiles), cuando se fundó el IICA en Turrialba (Fuente: Anónimo 1942).

de la finca Cabiria (240 hectáreas) y una parte de la hacienda Florencia (110 hectáreas), ambas de la sociedad Pirie y Pacheco, más 150 hectáreas de la hacienda Aragón, de la familia Niehaus. Después se sumarían unas 500 hectáreas incautadas a esta última familia, víctima de las expropiaciones hechas a ciudadanos alemanes durante la Segunda Guerra Mundial.

Otras iniciativas agrícolas

Sin embargo, colindante con dichos terrenos, ya existía La Hulera (Fig. 2). Esta era una estación experimental del Departamento de Agricultura (USDA) de los EUA, que se denominó *USDA Cooperative Rubber Plant Field Station*. Su propiedad, algo mayor de 25 hectáreas, fue comprada a don José Fernández Ferreiro (18 hectáreas) y a don Cástulo "Tataquín" Jiménez (7 hectáreas). En dicha propiedad está hoy la Sede del Atlántico de la Universidad de Costa Rica, y también comprendía un sector cercano a dicha Sede, donde aún se observan casas de madera grandes, de dos pisos, en las que vivían algunos técnicos de La Hulera.



Figura 2. Edificio del laboratorio de investigaciones de La Hulera (hoy Museo Omar Salazar) en 1946 (Fuente: Grant 1946).

Es curioso que en casi todos los recuentos históricos sobre el IICA se omita el papel que cumplieran otras iniciativas agrícolas que se afincaron en el cantón. Resulta interesante que estas iniciativas de origen externo, como La Cinchona y La Hulera, inducidas por la Segunda Guerra Mundial, incluso precedieran a las estaciones experimentales agrícolas nacionales, pues fue en 1943 —cuando se propuso la descentralización de la Escuela Nacional de Agricultura— que se planteó la necesidad de contar con dichas estaciones.

En el caso de La Cinchona, en 1943 el gobierno había arrendado 10.000 hectáreas para la siembra de la quina o cinchona (*Cinchona pubescens*), por 25 años, a la Corporación de Abastecimientos de la Defensa de los

EUA. En tiempos de guerra, la provisión de la quinina, derivada de dicha planta, era clave como droga contra la malaria, por lo que se establecieron grandes plantaciones en San Antonio de Turrialba (donde aún hay un asentamiento homónimo, del Instituto de Desarrollo Agrario, IDA) y en La Virgen de Sarapiquí.

Pero más determinante en la guerra y en la historia del IICA fue La Hulera. En esa época no existía el hule sintético, por lo que se dependía del hule natural, extraído del árbol de caucho (*Hevea brasiliensis*), para muchísimas cosas, y sobre todo para las llantas de tanques, aviones y otros implementos bélicos.

Aunque este árbol es originario del Amazonas, había sido enviado al Viejo Mundo por el aventurero inglés Henry Wickham, quien vivía en Brasil. En Asia crecía muy bien y producía hule en abundancia. Tanto es así, que en 1940 los EUA. habían importado un volumen de hule crudo equivalente a \$318 millones.

El hule y la guerra

Como las mayores plantaciones del mundo estaban en el sureste de Asia y los japoneses sitiaron el Pacífico durante la Segunda Guerra Mundial, impidiendo el comercio de este y otros productos, hubo urgencia de buscar fuentes alternas de hule. Por tanto, se recurrió al continente americano, cuna del caucho. Por ejemplo, la Goodyear Tire & Rubber Co. estableció plantaciones en Gatún, Panamá (1935) y en Cairo de Siquirres, Costa Rica (1936), pero ambos esfuerzos fracasaron debido al severo daño de un hongo (*Dothidella ulei*) que atacaba el follaje del árbol de caucho.

Pero antes, la Ford Motor Co. (1927) había iniciado un proyecto gigantesco en Brasil, a lo largo del río Tapajós, en la Amazonia, donde el gobierno le cedió un millón de hectáreas. Ahí se creó una ciudad completa, denominada Fordlandia, con 200 casas, albergues para unos mil hombres solteros, un hospital, tres escuelas, varias iglesias, clubes sociales, sistemas de alcantarillados y un puerto fluvial. Sin embargo, esta empresa fracasaría, también debido al daño de *D. ulei*.

No obstante, la Ford insistió con un proyecto aún más ambicioso, y en 1934 recibió otra concesión para crear la ciudad de Belterra, la cual contó con 800 casas, hospital, escuelas, iglesias, clubes, tiendas, cines, aserraderos y cinco canchas de fútbol; para 1941, ya vivían unas 7000 personas allí. Este emporio también se vio amenazado por el hongo, hasta que surgió la idea de injertar los troncos (patrones) del caucho con partes aéreas (esquejes) de especies silvestres de caucho que eran resistentes al hongo.

Esta promisorio técnica provocó un enorme interés entre investigadores y políticos. Así, en junio de 1940, Henry Wallace logró —apenas un mes después de que había sugerido la creación de lo que eventualmente sería el IICA— que el Congreso de los EUA aprobara una resolución, respaldada por \$500 000 de inversión anual, para concretar una iniciativa continental, que involucraba a 14 países latinoamericanos.

Dentro de esta estrategia, por sugerencia de un comité integrado por los señores E.W. Brandes, Robert D. Rands y Loren G. Polhamus, en setiembre de 1940 se seleccionó a Turrialba como la sede del proyecto, debido a que el hongo estaba ahí y a que el clima era ideal para que causara daños severos, por lo que esta localidad se prestaba para efectuar estudios comparativos con los clones (injertos) más promisorios enviados desde Brasil y otros países. Asimismo, se eligió Los Diamantes (en Guápiles, también en el Caribe) como estación satélite, para realizar pruebas a menor altitud.

La labor científica en La Hulera se inició de inmediato, bajo la supervisión de H. F. Allard. Por ello, cuando la Comisión Técnica que seleccionó la sede para el IICA visitó Costa Rica, este fue un factor determinante en su decisión, sumado a otros, como accesibilidad, servicios públicos y de salud, estabilidad política, etc. Es decir, ya había una trayectoria de investigación, representada en una sólida comunidad de científicos, biblioteca, campos experimentales, etc. En síntesis, indirectamente, La Hulera fue la precursora del IICA.

Encabezada inicialmente por Theodore J. Grant, los logros científicos y técnicos en La Hulera serían extraordinarios, hasta su clausura, cuando ya se disponía de hule sintético en el mercado mundial. En 1958 sus propiedades fueron transferidas al IICA, que las utilizó para experimentar con cultivos perennes, como cacao, café, cítricos, plátano, mango, pejíbaya y macadamia. En octubre de 1973 el gobierno costarricense compró dichas propiedades al IICA, para que se estableciera la Sede del Atlántico de la Universidad de Costa Rica, donde quedan aún varios de los edificios originales (Fig. 3), incluyendo el laboratorio de La Hulera (hoy Museo Omar Salazar), así como una pequeña plantación de caucho resistente al hongo *D. ulei* (Fig. 4), señal inequívoca de que fue una iniciativa fructífera.

El IICA y el CATIE

En cuanto al IICA, hizo aportes científicos y técnicos de gran alcance en el continente a través de sus programas de formación de profesionales en el nivel de postgrado; de capacitación intensiva mediante cursos cortos; de investigación orientada a resolver problemas urgentes; de asistencia técnica a los países; y de difusión de información científica. En este último aspecto cabe resaltar la célebre revista Turrialba, que durante 44 años (1950-1994), además de

difundir resultados de investigación original, inmortalizó el nombre del cantón en el ámbito científico mundial.

El primer Director del IICA, Dr. Bressman, nunca residió en Turrialba, sino en Washington. En 1946 fue reemplazado por el Dr. Ralph Allee, quien permanecería en el puesto por 14 años, hasta su retiro voluntario. Fue sustituido por el Dr. Armando Samper (1960-1969), colombiano, fundador de la revista Turrialba, y quien decidió dar al IICA un papel más protagónico en la formulación de políticas agrícolas y trasladar la sede a San José. En Turrialba quedó el CEI (Centro de Enseñanza e Investigación), como su brazo científico-técnico, que tuvo como directores a los doctores Gordon Harvord (1960-1963), José Marull (1964-1967) y Fernando Suárez de Castro (1968-1969), de nacionalidades inglesa, chilena y colombiana, respectivamente.



Figura 3. Uno de los edificios de La Hulera, aún presente en el campus de la Sede del Atlántico de la Universidad de Costa Rica, en Turrialba.

En 1970 el CEI cambió su nombre por el de CTEI (Centro Tropical de Enseñanza e Investigación), durante la gestión del Dr. José Emilio Araujo en el IICA (1970-1982), brasileño. El director del CTEI, Dr. Javier Becerra, peruano, falleció y fue reemplazado por el Dr. Manuel Elgueta, chileno. Cabe indicar que en 1978 el IICA varió su nombre (pero no sus siglas) por el actual, de Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.

En este intervalo se creó el CATIE (1973), de manera autónoma, gracias a un convenio con el Gobierno de Costa Rica, durante la administración del señor José Figueres Ferrer. El Dr. Elgueta permaneció en su puesto hasta 1975, como primer Director del CATIE, quien fue sucedido por los doctores Jorge Soria (1976), ecuatoriano; Santiago Fonseca (1977-1980), colombiano; Gilberto Páez (1981-1984), paraguayo; Rodrigo Tarté (1985-1991), panameño; Rubén Guevara (1992-1999), hondureño; y Pedro Ferreira (2000-2003), uruguayo, quien ha sido reelegido por tres años más.

Por fortuna, existen varios recuentos históricos tanto del IICA como del CATIE, en los que se pueden conocer sus logros con bastante detalle. En síntesis, el CATIE ha sabido ampliar y profundizar la tradición científico-técnica inicial de su predecesor, incluyendo en sus actividades no solamente aspectos de agricultura, sino también de manejo de bosques tropicales y cuencas hidrográficas, agroforestería y áreas protegidas, convirtiéndose en pionero en la región neotropical de lo que hoy se denomina sostenibilidad, resumida en su lema institucional de “*producir conservando, conservar produciendo*”.



Figura 4. Pequeña plantación de caucho resistente al hongo *D. ulei* en los predios de La Hulera, y aún presente en el campus de la Sede del Atlántico de la Universidad de Costa Rica, en Turrialba.

A sus logros específicos se suma, en sus predios de unas 1000 hectáreas, una rica colección de cultivos tropicales, incluyendo café, cacao y especies frutales, heredada del IICA. Pero quizás lo más impresionante de los logros de ambas entidades durante su estadía en Turrialba, ha sido la gran cantidad de estudiantes que se han formado en su Escuela de Postgrado. Estos suman 1589, provenientes de 42 países, adonde han regresado para colaborar activamente en el desarrollo de sus países, proyectando a la vez una imagen positiva del IICA y el CATIE, y también de Turrialba.

Desde una perspectiva sociológica, sin duda que las ganancias de la presencia del IICA y el CATIE en el cantón de Turrialba son muchas. Su presencia ha robustecido los lazos de hermandad entre los países latinoamericanos, a lo cual se suma el espíritu cosmopolita —único en Costa Rica— de una comunidad de científicos de muy diversos orígenes, algunos de los cuales han establecido vínculos indisolubles con familias turrialbeñas. Y, a la inversa, se puede decir que, debido al peso específico de ambas entidades en el plano laboral, toda familia turrialbeña ha tenido que ver con ellas. Es decir, las huellas del IICA y del CATIE son indelebles en la configuración histórica de este cantón.

Finalmente, para quienes hoy laboramos en el CATIE, es un verdadero privilegio y honor servir a una institución que encarna y hereda el acervo científico-técnico de una verdadera legión de científicos comprometidos, provenientes de tantos puntos del planeta. Su impronta, afianzada durante 60 años de trabajo continuo en medio del relevo generacional, aún se percibe en nuestro campus, mientras que sus aportes, inspirados en el noble fin de aportar soluciones a los muchos de los problemas productivos y de conservación, están diseminados en las manos y mentes de los pobladores rurales de nuestro continente.

Agradecimientos

Dedico este trabajo a la memoria de todos quienes, desde cualquiera de sus puestos en el IICA y el CATIE, han contribuido a engrandecer a estas instituciones. Agradezco a Bernal Valverde y Jorge León (consultores privados), Carlos J. Molestina (IICA), Gertrud Peters (Escuela de Historia, Universidad Nacional) y Norma Arias, la valiosa información aportada. A Rocío Jiménez, la preparación de las ilustraciones.

Referencias bibliográficas

- Anónimo. 1942. The new Inter-American Institute. *Agriculture in the Americas* 2 (12): 223-225.
- Castillo, E. 2003. Turrialba: 100 años de desarrollo. Costa Rica, Editorial de la Universidad de Costa Rica: Comisión Nacional de Conmemoraciones Históricas. 371 p.
- CATIE. 2001. Informe anual 2001. Turrialba, Costa Rica. 139 p. (Serie Institucional. Informe anual no. 22).
- Coto, R. 1967. El IICA y la OEA. *In Las ciencias agrícolas en América Latina; progreso y futuro.* IICA-ALAF. San José, CR. Imprenta Trejos Hnos. p. 465-506.
- Davis, W. 1996. *One river: explorations and discoveries in the Amazon rainforest.* New York, Touchstone, Simon & Schuster. 539 p.
- Grant, T.J. 1946. Cooperative rubber research in Costa Rica. *Agriculture in the Americas* 6(3): 47-50.
- Gutiérrez, M. 1993. Los orígenes del CATIE: 50 años de la Escuela de Postgrado. Turrialba, CR, CATIE. 81 p. (Serie Institucional, Publicación Miscelánea no. 1).
- Holdridge, L.R. 1978. *Ecología basada en zonas de vida.* IICA, Costa Rica. 216 p.
- Molestina, C.J. 2002. IICA: 60 años de historia institucional. San José, CR, Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). (Disco compacto).
- Rands, R.D. 1945. Hevea rubber culture in Latin America, problems and procedures. *In Verdoorn, F. (ed.). Plants and plant science in Latin America.* Massachusetts. Chronica Botanica Co., Waltham. p. 183-199.
- Rojas, G. 1981. Antecedentes históricos y agronómicos de la finca del Centro Universitario del Atlántico “La Hulera”. *Ensayos (Centro Universitario del Atlántico, Turrialba, Costa Rica)* 3: 40-50.
- Sáenz, A. 1970. *Historia agrícola de Costa Rica.* Publicaciones de la Universidad de Costa Rica. 1087 p. (Serie Agronomía no. 12).
- Salazar, O. 1970. *Monografía de Turrialba.* Turrialba, CR. Municipalidad de Turrialba. 340 p.
- Salazar, O. 1998. *La Sede Regional del Atlántico: XXV aniversario de su creación, 1971-1996.* Editorial de la Universidad de Costa Rica. 200 p.
- Valerio, C.E. 1980. *Anotaciones sobre la historia natural de Costa Rica.* San José, CR. EUNED. 152 p.
- Valerio, J. 1953. *Turrialba, su desarrollo histórico.* San José, CR. Editorial Tormo. 200 p.
- Verdoorn, F. 1945. *Plants and plant science in Latin America.* Massachusetts. Chronica Botanica Co. 384 p.
- Wercklé, C. 1909. *La subregión fitogeográfica costarricense.* San José, CR. Tipografía Nacional. 55 p.

Insectos polinizadores de frutales tropicales: no solo las abejas llevan la miel al panal

J. E. Peña¹

RESUMEN. Los frutales tropicales conforman un grupo muy diverso, que involucra especies herbáceas y perennes, con diversos tipos de morfología floral, que van desde las más primitivas (anonáceas) hasta las más evolucionadas (mango, aguacate). Durante años, la ecología de la polinización ha estado basada en estudios de polinización a partir de insectos, sobre todo por abejas. En frutales tropicales se ha demostrado que, además de las abejas (*Apis mellifera*), otros insectos de los órdenes Hymenoptera, Diptera y Lepidoptera son de gran importancia y, aunque en menor medida, el aporte de otros grupos (Thysanoptera) se ha considerado importante también. Esto ha dado lugar a que polinizadores como hormigas, mosquitos, mariposas consumidoras de polen y cucarrones estén siendo evaluados con mayor intensidad. Se discuten resultados de polinización de anonáceas con especies del orden Coleoptera (Nitidulidae, Scarabaeidae) y técnicas de manejo de polinizadores (Nitidulidae) para incrementar la producción de anonáceas comerciales. Asimismo, se comentan resultados de otros estudios en polinización realizados por varios investigadores en Lauraceae, Anacardiaceae y Passifloraceae.

Palabras clave: *Annona* spp., *Passiflora* sp., *Persea americana*, *Mangifera indica*, polinizadores.

ABSTRACT. Pollinating insects of tropical fruits. Tropical fruits form a large and diverse commodity group, that ranges from perennial to herbaceous species with diverse floral morphology, ranging from the most primitive (Annonaceae) to the most evolved ones (mango, avocado). For many years, pollination ecology in these crops has been focused on studies concerning bees (*Apis mellifera*). Besides bees, other insects in the orders Hymenoptera, Diptera and Lepidoptera are important in the pollination of tropical fruit. These facts have caused a surge of studies on pollinators such as ants, flies, pollen-eating butterflies, and beetles. Results of studies on pollination of Annonaceae with species of the order Coleoptera (Nitidulidae), as well as pollinator management techniques in commercial *Annona* crops are discussed. Results from studies conducted by several authors on pollination of Lauraceae, Anacardiaceae and Passifloraceae are also discussed.

Key words: *Annona* spp., *Passiflora* sp., *Persea americana*, *Mangifera indica*, pollinators.

Introducción

Los frutales tropicales están conformados por especies herbáceas y perennes (Peña *et al.* 2002). Las plantas herbáceas están representadas por cultivos tan importantes como el banano, la piña y la papaya, mientras que las especies perennes incluyen árboles, arbustos y enredaderas (Verheij y Coronel 1992) cultivados en las regiones tropicales del sur y suroeste de Asia, en Australia, África, América del Sur, América Central y el Caribe. Los frutales tropicales se cultivan en una variedad de climas, abarcando desde la latitud

23°27'N a la latitud 23°27'S, aunque algunas especies se cultivan en otras latitudes, como los 37°N, en España. Desde los comienzos de la civilización, el ser humano se ha interesado en la polinización de sus cultivos. Más aún, los agricultores siempre han mostrado un profundo interés en la biología reproductiva de las plantas y en los mecanismos de producción de frutas (Real 1993). Aunque la mayoría de estos estudios se han realizado en frutales de zonas templadas (manzana, pera), existe hoy en día un interés y un énfasis mayor en

¹ University of Florida, Tropical Research and Education Center, 18905 SW 280th Street, Homestead, FL 33031, EUA. jepe@mail.ifas.ufl.edu

investigaciones en frutas provenientes de los bosques y ecosistemas tropicales. El objetivo de este artículo es el de discutir resultados de polinización de anonáceas con especies del orden Coleoptera (Nitidulidae, Scarabaeidae), así como técnicas de manejo de polinizadores (Nitidulidae) para incrementar la producción de anonáceas comerciales y discutir resultados de otros estudios sobre polinización en Lauraceae, Anacardiaceae y Passifloraceae.

Conceptos generales sobre la polinización

La polinización es la transferencia de polen viable desde las anteras (órgano masculino de la flor) al estigma (órgano femenino) de la misma flor o de una flor diferente. Después de la polinización viene la fertilización, mediante la cual el grano de polen germina en el estigma y establece contacto con el óvulo. Si la polinización ocurre automáticamente en la misma flor, se le denomina *autopolinización*. En algunas especies, la transferencia del polen depende en parte o totalmente de la acción de vectores como el viento y los insectos.

Se han establecido varias reglas o dogmas en la relación entre flores y agentes polinizadores. Por ejemplo, las flores polinizadas por insectos (entomófilas) contienen típicamente néctar y polen, tienen una coloración muy atractiva y producen aromas que guían los insectos hacia ellas. La polinización cruzada depende de que los insectos lleven el polen de una flor a otra, localizada en una planta diferente. En general, en frutales la polinización cruzada puede ser un requisito para la fertilización o para mejorar la calidad del fruto.

De esta manera, se cree que las flores que dependen de las abejas para ser polinizadas exhiben características que son el resultado de la evolución histórica de estos insectos. Por ejemplo, las flores que coevolucionaron con abejas que poseen una "lengüeta" larga o mediana, son grandes y con coloración (azul o púrpura, por ejemplo) muy llamativa. Las flores adaptadas a las abejas y abejorros suelen estar en un eje vertical o colgando, en vez de estar en un eje horizontal. Tradicionalmente, se cree que los atrayentes de polinizadores a las flores son fuente de alimentos (polen, néctar), pero también sirven como lugares de cría y atracción sexual. Hay que añadir el tamaño de las flores como un factor ecológico importante, ya que los polinizadores grandes, con una gran demanda de energía, no seleccionan flores pequeñas, las cuales pueden ser utilizadas por visitantes con una necesidad menor.

Flores de frutales tropicales

Las flores de los frutales tropicales tienen una forma variada, algunas con solamente tres pétalos y numerosas anteras (*Annona* spp.), otras con un gran número de pétalos y anteras (Passifloraceae). Algunas flores tienen varios estigmas y estilos, dando lugar a una fruta con varias semillas (Annonaceae), otras tienen únicamente un estigma y estilo y, en consecuencia, frutas con una sola semilla (aguacate, mango). Casi todas las especies de frutales tropicales necesitan ser polinizadas. Los frutos de aquellas flores que no han sido fertilizadas caen, o las flores que no han sido fertilizadas adecuadamente son deformes.

Frutales y producción de frutos

El papel desempeñado por los insectos, particularmente por la abeja europea *Apis mellifera* L., en la polinización de los frutales de clima templado es ampliamente reconocido. Varias investigaciones (Stephen 1958, Mommers 1972, Free 1993) han demostrado la correlación entre la producción de frutos y la cantidad de abejas, y establecido una correlación positiva entre la producción de frutas y el número de colonias en un huerto. Las acciones para optimizar la polinización en estos cultivos pueden incluir dirigir las abejas al cultivo, incrementar la atracción de los cultivos y la proporción de donantes de polen (Faegri 1978).

Además de las abejas, representantes de los órdenes Hymenoptera, Diptera y Lepidoptera son de cierta importancia en frutales de clima templado, junto a otros grupos, considerados de menor importancia. Por supuesto que también se ha observado que algunas de estas especies no presentan las condiciones óptimas de un buen polinizador (no tocan los estigmas, no visitan las flores en el momento óptimo de polinización). El mismo razonamiento se ha aplicado en frutales tropicales, considerando la abeja europea como el único agente polinizador posible. Sin embargo, hay varias excepciones a esta "regla" en especies de las familias Annonaceae (Peña *et al.* 2002), Lauraceae (Wysoki *et al.* 2002), Anacardiaceae (Waite 2002) y Passifloraceae (Aguiar-Menezes *et al.* 2002).

Polinización de *Annona* spp.

El orden primitivo Magnoliales consiste de 10 familias y casi 3000 especies. La familia Annonaceae es muy diversificada e incluye 2300 especies, conformando así tres cuartas partes de este orden. La mayor parte de las especies del género *Annona* se han originado en el geotrópico. Está representado por 110 especies

en esta región y por tres especies en el viejo mundo. *A. senegalensis* Persoon y *A. stenophylla* Engler et Diels se encuentran en África, pero no en América, mientras que *A. glabra* L. se reporta en ambos continentes (Kessler 1987). El género *Annona* está dividido en secciones, las cuales incluyen la [*Eu-Annona*] *Guanabani* (Guanabanas), *Pilaeiflorae* (anonas sedosas), *Acutiflorae* (anonas), [*Atta*] *Attae* (anonas), y *Annonellae* (anonas enanas). Entre estas secciones hay dos de importancia hortícola: la *Guanabani* y la *Attae*. La *Guanabani* está caracterizada por poseer una flor subglobosa, con forma de pirámide, con pétalos anchos y superpuestos. Las especies más comunes dentro de esta sección son *A. muricata* L., *A. montana* McFadden, *A. glabra* L., *A. salzmannii* A. D.C., *A. purpurea* Sesse et Mocino, y *A. senegalensis* Persoon. La sección *Attae* puede separarse fácilmente de los otros grupos por sus flores alargadas y conformadas por tres pétalos. Las especies más comunes dentro de esta sección son *A. cherimola* P. Miller, *A. squamosa* L., *A. reticulata*, L., y *A. longiflora* Watts.

Las especies tropicales, como el anón dulce (*A. squamosa*), provienen de las regiones bajas de Brasil, Guyana, Venezuela, México, y las Antillas. Una especie subtropical muy distinta es la chirimoya (*A. cherimola*), la cual se originó en las regiones montañosas de Perú y Ecuador. El híbrido atemoya (*A. cherimola* x *A. squamosa*) apareció espontáneamente al cruzarse *A. cherimola* y *A. squamosa*.

La mayor parte de la producción comercial de chirimoya, anón dulce, atemoya y guanábana (*A. muricata*) se ha expandido desde sus áreas de origen a regiones tropicales y subtropicales de Australia, Nueva Zelanda, Asia y el Mediterráneo, y el cultivo de estos frutos ofrece un buen potencial de exportación a los países productores.

Polinizadores y polinización

Hasta los años 80, la polinización natural de las Annonaceae se había investigado en no más de unas 20 a 30 especies (Gottsberger 1985), pero esto cambió recientemente (Webber y Gottsberger 1997, Andrade 1996, Nagamitsu e Inoue 1997, Momose 1998). La polinización inadecuada se considera como uno de los factores más limitantes en la producción comercial de las frutas del género *Annona* (Gazit et al. 1982). Esto se atribuye en parte a la separación temporal de la función masculina y la femenina dentro de la flor, lo cual limita su potencial de autopolinización e incrementa la necesidad de recurrir a factores externos.

La mayoría de las Annonaceae son polinizadas por cucarrones (Coleoptera), aunque algunas son polinizadas por trips (Momose et al. 1998), chinches (Farre et al. 1997), y hay también reportes de polinización por cucarachas (Nagamitsu e Inoue 1997). La polinización por moscas puede ocurrir, pero su evidencia es insuficiente (Gottsberger 1970). Las flores de las anonáceas pueden ser muy llamativas o poco vistosas, pero siempre despiden un aroma muy intenso con el fin de atraer polinizadores. Algunas especies tienen flores termogénicas, las cuales mantienen una temperatura más alta que la del medio ambiente, supuestamente para ayudar a volatilizar los compuestos químicos de los aromas (Gottsberger 1970). Las flores de las anonáceas no producen néctar, por lo que la recompensa de alimentación podría ser el consumo de los pétalos (Gottsberger 1988), de la parte carnosa de las puntas de los estambres (Nadel y Peña 1994), polen (Deroin 1989; Gottsberger 1988), y exudaciones de los estigmas (Vithanage 1983, Gottsberger 1989). Algunos polinizadores usan las flores como lugar de cópula (Webber 1981, Deroin 1989, Gottsberger 1989). Las actividades de los cucarrones en las flores incluyen alimentación, cópula y período de quiescencia, lo cual resulta en visitas prolongadas que duran desde varias horas hasta algunos días, mientras las flores cambian de sexo femenino al masculino.

Las flores de la anonáceas son proteróginas, es decir, que la parte femenina tendrá el estigma receptivo antes de que las anteras liberen el polen (antesis); más tarde, al terminar la receptividad del estigma, las flores comienzan a liberar el polen (Gottsberger 1970). Esta adaptación evolutiva previene que haya deposición de polen en los estigmas de la misma flor, y se considera como una de las tácticas que las plantas usan para evitar la autofertilización. Otra táctica usada en varias anonáceas consiste en prevenir el transporte de polen entre flores diferentes de una misma planta, lo cual se logra al sincronizar la floración; en este caso, las flores que están abiertas tienen un solo sexo funcional durante un período determinado. Esta condición temporal resulta en una incompatibilidad entre el polen y el óvulo de la misma planta, haciendo muy difícil la autopolinización.

El período de floración de las anonas comerciales es muy variable, pero usualmente ocurre durante la época cálida del año. Por ejemplo, la temporada de floración del anón dulce y las atemoyas en la Florida dura de tres a cinco meses, comenzando en abril (Nadel y Peña 1991); en la India y Nueva Delhi, el anón dulce florece desde marzo hasta abril (Kumar et al. 1977); en Israel,

atemoyas y anón dulce florecen de junio a septiembre (Oppenheimer 1947, Podoler *et al.* 1985), mientras que en Egipto lo hacen de mayo a julio (Ahmed 1936, Rokba *et al.* 1977). Las atemoyas florecen desde noviembre hasta finales de enero en Queensland, Australia (George *et al.* 1992).

Polinización comercial de anonas

La polinización natural de las anonáceas fue un misterio durante años. Tal vez porque no es fácil observar la acción de ciertos agentes polinizadores, se asumió que la polinización se debía a la acción del viento, las abejas o a que simplemente el polen caía sobre los estigmas (Peña *et al.* 2002). A principios del siglo pasado, Wester (1910) sugirió que quizás los agentes polinizadores eran pequeños cucarroncitos que él encontraba en las flores de anón dulce, pero durante 60 años su sugerencia no fue atendida. Ahmed (1936a) reconoció la naturaleza entomófila del anón dulce, pero nunca presentó pruebas concretas. El interés de Gottsberger (1970) en los patrones de evolución floral lo llevó al geotrópico, donde verificó el papel que jugaban los cucarrones en la polinización de anonas silvestres. Más tarde, Reiss (1971) fue el primero en documentar que la polinización en cultivos de atemoyas y chirimoyas era efectuada por cucarroncitos nitidulidos, y verificó que otros factores polinizantes quedaban excluidos. Más tarde Villalta (1988) documentó que la polinización de la guanábana era hecha por escarabajos. Hoy se reconoce como un hecho que la polinización natural de *Annona* está restringida a la acción de coleópteros, aunque todavía se menciona en la literatura que existe la autofertilización, lo cual no se ha comprobado aún.

La polinización de las flores grandes de la sección *Guanabani* [*Eu-Annona*] es llevada a cabo por escarabajos (Scarabaeidae), y la de las flores pequeñas de la sección *Attae* es llevada a cabo por cucarroncitos pequeños, como los cucarroncitos de la savia (Nitidulidae), picudos (Curculionidae), cucujidos (Cucujidae), estafilinidos (Staphylinidae), y anticidos (Anthicidae). El papel de los cucujidos como polinizadores fue determinado a través de observaciones en el campo, que establecieron que cuando los insectos entraban en contacto con los órganos sexuales de la flor acarreaban polen y la fructificación aumentaba. Estudios realizados en áreas tan diferentes como América del Sur, Australia, Israel y los Estados Unidos revelaron que las flores pequeñas de la sección *Atta* tienen biología y polinización similares, y que esta es un poco diferente de la de las flores grandes de la guanábana.

Chirimoya, anón y atemoya

Las flores de estas dos especies y un híbrido son colgantes, alargadas, de pétalos fimes y carnosos, los cuales están casi soldados al comenzar la antesis y empiezan a separarse lentamente al principio de la maduración de la flor. Las flores son hermafroditas proteróginas (Ahmed 1936, Noonan 1954, Schroeder 1956, Thakur y Singh 1965, Reiss 1971), y duran alrededor de 18 - 25 h en la fase femenina y unas 12 h en la fase masculina (Podoler *et al.* 1985, Nadel y Peña 1994). Las flores del anón dulce abren temprano en la mañana, pero pueden liberar el polen a cualquier hora del día (Ahmed 1936, Kumar *et al.* 1977), de la tarde (Wester 1960) o cerca de la medianoche (Nadel y Peña 1994). Las atemoyas abren desde el mediodía hasta entrada la tarde, y comienzan a liberar el polen al mediodía del día siguiente, y los pétalos y estambres caen hacia la medianoche (Nadel y Peña 1994). La hora del día cuando las flores comienzan a abrir puede diferir de acuerdo con las condiciones climáticas (Kumar *et al.* 1977), especie, cultivar, o árbol.

Varios grupos de flores del mismo sexo pueden abrir en sincronía en un mismo árbol (Gazit *et al.* 1982, Kahn y Arpaia 1990, Nadel y Peña 1994). Un nuevo grupo de flores abre al mismo tiempo o un poco después de que los pétalos y los estambres del viejo grupo de flores comienzan a caer. Estas anonas son polinizadas en su mayoría por especies de cucarroncitos nitidulidos (Cuadro 1), los cuales copulan y se alimentan de frutas en descomposición o en las heridas de los árboles. Estos cucarroncitos son atraídos por el olor a fruta fermentada de las flores de las anonas, particularmente cuando están hambrientos (Podoler *et al.* 1985). Algunas especies se alimentan ocasionalmente de las flores, masticando la punta de los estambres o la base de los pétalos (Nadel y Peña 1994), o se alimentan de granos de polen (Podoler *et al.* 1985), y posiblemente de exudados de los estigmas (Vithanage 1984). Los cucarroncitos entran en la flor cuando esta está en su fase femenina en las horas de la mañana y se mantienen inactivos en la base de los pétalos, caminando sobre los estambres y estigmas; cuando las flores entran en su etapa masculina, se dispersan cubiertos de polen hacia otras flores (Nadel y Peña 1994). Se ha encontrado una relación entre el tamaño de los cucarrones y el diámetro de apertura inicial de la flor (Peña, sin publicar). El polen de *Annona* es adhesivo y se mantiene viable por unas 24 horas (Reiss, 1971), esta viabilidad es suficiente para su movimiento desde un grupo de flores viejas (fase masculina) hacia un nuevo grupo en fase femenina.

Cuadro 1. Polinizadores de anonas comerciales.

Cultivo	Región	Polinizadores	Referencia
Atemoya (<i>A. cherimola</i> x <i>A. Squamosa</i>), chirimoya (<i>A. Cherimola</i>)	Israel	Nitidulidae: <i>Carpophilus humeralis</i> , <i>C. hemipterus</i> , <i>C. mutilatus</i> , <i>Haptoncus luteolus</i>	Gazit et al. 1982
Atemoya	Queens- land, Australia	Nitidulidae: <i>Carpophilus hemipterus</i>	George et al. 1989
Atemoya	Florida, EUA	Nitidulidae: <i>Carpophilus fumatus</i> , <i>C. dimidiatus</i> spp., <i>Haptoncus luteolus</i> , <i>Colopterus posticus</i>	Nagel et al. 1989
Atemoya, anón (<i>A. squamosa</i>)	Florida, EUA	Nitidulidae: <i>Carpophilus fumatus</i> , <i>C. hemipterus</i> , <i>C. humeralis</i> , <i>C. marginellus</i> , <i>C. mutilatus</i> , <i>Colopterus posticus</i> , <i>C. truncatus</i> spp., <i>Haptoncus luteolus</i>	Nadel y Peña 1994
Chirimoya	Quillota, Chile	Nitidulidae: <i>Carpophilus hemipterus</i> , <i>Colopterus</i> sp. Nitidulidae: <i>C. hemipterus</i>	López y Rojas 1992 López y Uquillas 1997
Chirimoya	Estado de México y Michoacán, México	Cucujidae: <i>Cryptolestes ferrugineus</i> , <i>Silvanus planatus</i> . Nitidulidae: <i>Conotelus</i> sp. Staphylinidae: <i>Phloenomus</i> sp.	Castañeda et al. 1997
Chirimoya	California, EUA	Staphylinidae: <i>Eusphalerum</i> sp.	Kahn 1997
Chirimoya Guanábana (<i>A. muricata</i>)	España Costa Rica	Anthocoridae*: <i>Orius</i> sp. Scarabaeidae: <i>Cyclocephala amazona</i> , <i>C. brittoni</i> , <i>C. stictica</i>	Farre et al. 1997 Villalta 1988

* Orden Hemiptera; los demás polinizadores pertenecen al orden Coleoptera

El número de cucarroncitos por flor afecta la posibilidad del cuajado del fruto y, en algunos casos, su calidad. Todos los estudios realizados en *Annona* spp. evidencian que en la medida en que aumenta el grupo de cucarroncitos por flor, aumenta también la posibilidad de cuajado del fruto (Gazit et al. 1982, George et al. 1989, George et al. 1992, Nadel y Peña 1994, López y Uquillas 1997). La simetría de la flor es pobre cuando se encuentran de uno a tres cucarroncitos por flor, y mejora cuando se encuentran por lo menos cuatro cucarroncitos por flor (Gazit et al. 1982). Sin embargo, algunos investigadores aseguran que la simetría no se ve afectada por la cantidad de polinizadores por flor (George et al. 1989, López y Uquillas 1997).

El grupo de cucarroncitos polinizadores de las especies comerciales de *Annona* spp. varía geográficamente, y algunas especies funcionan de manera diferente en cada área. Por ejemplo, los cuatro polinizadores más comunes en Israel, *Carpophilus humeralis*, *C. hemipterus*, *C. mutilatus*, y *Haptoncus luteolus*, son igualmente importantes en ese país. En

Florida, EUA, nueve especies de nitidulidos, tanto exóticos como nativos, visitan las flores, sobresaliendo dentro de este grupo *C. mutilatus* como el más importante tanto en términos de eficacia como en abundancia, seguido de *C. fumatus* y *H. luteolus*; aunque *C. humeralis* es muy abundante en los huertos de anona, rara vez visita las flores y, cuando lo hace, el cuajado de fruta es bajo comparado con lo observado en Israel (Nadel y Peña, 1994). El número de especies que visitan flores de anonas en Ecuador, Colombia y la cuenca del Caribe es similar al encontrado en Florida (Peña y Bennett, 1994). En otras regiones, los grupos de polinizadores no tienen tantas especies, y a veces son inadecuados para lograr una buena producción comercial.

En la mayoría de las condiciones ecológicas, las flores de anonas no pueden autopolinizarse, dada su naturaleza dicógama. La mayor parte de los investigadores reporta que los estigmas se mantienen húmedos cuando están receptivos, pero se secan apenas los estambres abren. Sin embargo, si la humedad relativa es

alta o la temperatura moderada, se cree que los estigmas se pueden mantener húmedos y receptivos hasta que haya anthesis, incrementando de esta forma la proporción de autofertilización sin la ayuda de los insectos. Aun así, cuando se da esta situación, el porcentaje de flores autofertilizadas es bajo (George *et al.* 1989, Schroeder 1993). Varios investigadores han observado que árboles de *Annona* que crecen cerca de ríos o fuentes de agua o en condiciones de humedad elevada presentan una fructificación mucho mayor que la obtenida en climas secos (Thakur y Singh 1965, Thomson 1970, Sarasola 1960, Schroeder 1943, Gazit *et al.* 1982); en consecuencia, en las áreas secas del sur de California las anonas tienen que ser polinizadas manualmente para poder obtener rendimientos elevados (Schroeder 1943, 1956, 1993). Hay que anotar que la mayoría de estas observaciones (Schroeder 1943, 1956, 1993) fueron hechas antes de que se presentara evidencia de que los insectos eran polinizadores de las anonas, y muchos de estos estudios fueron hechos fuera del ámbito normal de las anonas y sus polinizadores (como California o Australia).

Guanábana

Villalta (1988) describió la morfología y la fenología floral, así como la polinización de *A. muricata* en Costa Rica. Las flores se mantienen en la fase femenina durante tres días, con una pequeña apertura de los pétalos externos y con una exudación copiosa de los estigmas. La fase masculina comienza cerca de las 8:30 y dura aproximadamente 12 h, hasta que caen los estambres y los pétalos. Durante la anthesis, los tres pétalos exteriores se apartan un poco, pero los interiores se mantienen cerrados. Las flores atraen los coleópteros un día antes de entrar a la fase masculina, entre las 18:00 y las 22:00 h, y emiten un olor fuerte y acre. El polen es transportado por escarabajos del género *Cyclocephala* (Scarabaeidae), adherido a las setas de las patas y otras partes del cuerpo del insecto. Los escarabajos se mantienen en las flores por unas 24 horas y comienzan a abandonarlas cuando el polen es liberado; se alimentan de polen y copulan. No se alimentan del exudado de los estigmas, ya que este contiene toxinas que los protegen de ser devorados por los escarabajos. La anthesis comienza a cualquier hora del día o de la noche, pero a menudo ocurre entre las 11:00 y 15:00 h; la dehiscencia de las anteras ocurre en sincronía con otras flores en el mismo árbol o en otros árboles.

Los pétalos de la guanábana son firmes y gruesos, y los internos forman una cámara amplia en forma de

como alrededor de los órganos sexuales, llamada "cámara polinizadora". El espacio de esta cámara es muy diferente al espacio confinado que encuentran los pequeños polinizadores de la sección *Atta* de *Annona*. Los escarabajos de la subfamilia Dynastinae, como *Cyclocephala*, son los polinizadores más importantes de las anonas *Guanabani* y son a menudo atraídos por los aromas nocturnos de las flores (Gottsberger 1989a, b). Además de polinizar guanábana, las especies de *Cyclocephala*, como *C. quatuordecimpunctata* y otros escarabajos, se consideran polinizadoras de otras especies dentro del grupo *Guanabani* (Gottsberger *et al.* 1997). Por el contrario, Vidal (1997) reporta que la mayoría de los insectos encontrados dentro de flores de *A. muricata* en México son Nitidulidae y Chrysomelidae, y que algunas especies de Apidae y Formicidae (Hymenoptera) son abundantes en las superficies externas de las flores pero no entran en contacto con las partes sexuales de la flor.

Villalta (1988) reportó entre el 18 - 24% de fructificación en guanábana en Costa Rica. Hay que anotar que algunos autores creen que la polinización entomófila de *A. muricata* tiene poco potencial dentro de la producción comercial de esta especie (Cogez y Lyannaz 1996).

Manejo de polinizadores

Los experimentos llevados a cabo para incrementar la fructificación en huertos de atemoya mediante el aumento de las poblaciones de nitidulidos han dado resultados muy variables. En Israel, la colocación de manzanas en descomposición como atrayentes falló al no incrementar el número de cucarroncitos en las flores y el cuajado de frutos; la liberación de 10 000 (70% *C. hemipterus* y 30% *C. mutilatus*) nitidulidos en un huerto tampoco incrementó la fructificación (Galon *et al.* 1982). Galon *et al.* (1982) propusieron utilizar fruta en descomposición como cebo, pero sugirieron que su aroma competía con el de las flores, encontrando que si se embolsaban ramas con flores y se colocaban nitidulidos y manzanas podridas dentro de la bolsa, estas daban menos frutos que aquellas en las que se colocaban cucarroncitos solos (15% y 29%, respectivamente). En Australia, hubo éxito cuando se colocó piña durante la época de floración en un huerto de atemoya, resultando en un aumento de cucarroncitos por flor y un cuajado del fruto mayor al 62%, comparado con un huerto donde no se efectuó este tratamiento (George *et al.* 1992).

La polinización en Annonaceae por nitidulidos puede ser mejorada si se usan atrayentes (Bartelt *et al.* 1992; 1994). En el sur de la Florida, se estudió el efecto de cebos al utilizar feromona de nitidulidos y un atrayente alimenticio en huertos de anón dulce y atemoya. El máximo de cuajado de fruto varió entre el 10 y el 38% durante las primeras cuatro semanas después de colocar los cebos, y fue significativamente mayor que en el testigo (Peña *et al.* 1999).

De acuerdo con la revisión de la literatura, el uso de cebos no se ha intentado en guanábana, pero vale la pena comprobar si puede hacerse o no.

Polinización de aguacate

El aguacate es originario de México y Guatemala, y se cree que se expandió por el Caribe cerca de 1696 (Wysoki *et al.* 2002). Dentro de las dicotiledoneas, el aguacate es mucho más avanzado que la familia Annonaceae; sin embargo, como su área de origen es el geotrópico, hay todavía discusiones y puntos de vista encontrados en relación con su polinización: ¿Son necesarias las abejas para obtener la fertilización del fruto? ¿Hay en el área de origen otros insectos que podrían ser los polinizadores originales de esta especie?

La flor del aguacate es circular, de aproximadamente un cm de diámetro; es bisexual, con un comportamiento de flor proterógina dicógama sincronizada. La flor se abre dos veces: una vez como femenina y después como masculina. Cada estado de apertura y cierre de la flor ocurre en forma sincronizada en un mismo árbol y dentro de un mismo cultivar. Con base en el ritmo de floración, los cultivares de aguacate se dividen en dos grupos complementarios: cuando la temperatura aumenta, los cultivares del grupo A abren como flor femenina desde la mañana hasta el medio día, y las flores masculinas abren durante la tarde. Los cultivares del grupo B abren con flores femeninas en la tarde y como flores masculinas en las horas de la mañana. Algunos aguacates presentan excepciones a esta regla (Wysoki *et al.* 2002).

De acuerdo con Wysoki *et al.* (2002), ocurre una polinización cruzada entre flores del grupo B (masculinas) y grupo A (femeninas) durante la mañana y viceversa en las horas de la tarde. La polinización cruzada va a depender de la distancia entre el árbol donante de polen y el polinizado, y de la movilidad, cantidad y efectividad del agente polinizador. Sin embargo, a veces ocurre polinización cruzada cercana, la

cual sucede cuando las flores macho y hembra están en proximidad, como con cultivares de tipo guatemalteco y mexicano y sus híbridos (Wysoki *et al.* 2002).

A pesar de que el aguacate tiene muchas flores, requiere de la visita de un polinizador. Por ejemplo, para obtener un buen rendimiento se necesitan de 400 a 600 flores por árbol y de dos a tres abejas por árbol durante la fase masculina-femenina. Sin embargo, a pesar de ser polinizadas, muchas flores del aguacate no son fertilizadas (Wysoki *et al.* 2002). La fructificación aumenta cuando de cinco a 10 abejas visitan un árbol durante la fase femenina de este (Ish-Am 1994, Ish-Am y Eisikowitch 1998a, citados por Wysoki *et al.* 2002). El problema es que la abeja, utilizada como el mayor polinizador para este árbol en muchos países, abandona frecuentemente los huertos de aguacate y va en busca de fuentes florales más atractivas (Wysoki *et al.* 2002), lo que constituye un factor limitante de la producción en países donde el aguacate ha sido introducido.

Polinización por abejas

A. mellifera es aparentemente el mayor polinizador de aguacate en los países productores. Las abejas que recolectan néctar solamente o recolectan polen y néctar visitan regularmente tanto flores femeninas como masculinas y son, por tanto, polinizadores efectivos del aguacate. En contraste, aquellas que recolectan únicamente polen no contribuyen a la polinización (Stout 1933, McGregor 1976, Davenport 1986, Free 1993, Ish-Am y Eisikowitch 1993).

En realidad, además de flores de aguacate, las abejas prefieren otro tipo de flores como las de los cítricos, rambután o flores de plantas silvestres. Esta poca atracción por el aguacate se ha atribuido a que su flor no está bien adaptada para ser polinizada por las abejas. Esto ha llevado a estudiar los visitantes de aguacate en su área de origen, en México y América Central. En estos países, los polinizadores potenciales son abejas, abejorros, moscas, cucarrones y hasta murciélagos (Nieto 1984, Crane 1992, Roubik 1995). Por ejemplo, en el sur de Puebla, en México, Nieto (1984) recolectó abejas (Apidae), moscas (Syrphidae, Sarcophagidae, Muscidae, Calliphoridae y Tachinidae), avispas (Vespidae, Ichneumonidae) y cucarrones (Scarabaeidae y Lampyridae) visitando flores de aguacate. Las abejas fueron las visitantes más asiduas, seguidas de moscas (Calliphoridae y Muscidae) y, en menor grado, de insectos pertenecientes a las demás familias.

En un nuevo estudio de cinco años, en México (Castañeda-Vildózola *et al.* 1999, Ish-Am *et al.* 1999), se encontraron 45 especies, incluyendo 20 de Hymenoptera y cinco de Coleoptera. De nuevo, *A. mellifera* L. fue la más importante, junto con tres especies de moscas: *Eristalis tenax* L. (Syrphidae), *Phaenicia mexicana* Macquart (Calliphoridae) y *Palpada mexicana* Macquart (Syrphidae).

Para ser efectivo, el polinizador debe acarrear el polen hasta el estigma; Castañeda-Vildózola *et al.* (1999) e Ish-Am *et al.* (1999) encontraron que los polinizadores efectivos eran las abejas, 7 a 9 especies de abejorros (Apidae, Meliponinae), varios del género *Bombus* sp. (Apidae, Bombinae), una avispa recolectora de néctar, *Brachygastra mellifica* Say (Vespidae) y la mosca *Chrysomya megacephala* F. (Calliphoridae) (Cuadro 2). Todas estas acarreaban grandes cantidades de polen y estuvieron en contacto tanto con estambres como con anteras, y se mantuvieron dentro del huerto de aguacate en grandes densidades.

Los polinizadores originales del aguacate

Una flor con las características de la flor del aguacate (Cruden *et al.* 1983, Harder y Barrett 1992), con el néctar expuesto y polen fácil de recolectar, no va a encontrar un polinizador específico (Faegri y Pijl 1979, Visscher y Sherman 1998) y va a atraer tanto abejas como avispas y moscas (Wysoki *et al.* 2002). En consecuencia, es común encontrar todos estos grupos visitando este tipo de flores. Pero, ¿cuáles eran los polinizadores originales del aguacate? Por supuesto que no *A. mellifera*, introducida al nuevo mundo a comienzos del siglo XVI (Roubik 1998). El muestreo de los polini-

zadores de aguacate en México indica que los polinizadores originales pueden haber sido la abeja jicote (Meliponinae) y la avispa de miel mexicana (*B. mellifica*) (Wysoki *et al.* 2002) y confirma la hipótesis de que la flor del aguacate representa una flor tipo Meliponinae, adaptada a la polinización por abejas tropicales, de unos 4 a 8 mm, y también para la polinización por avispas y moscas.

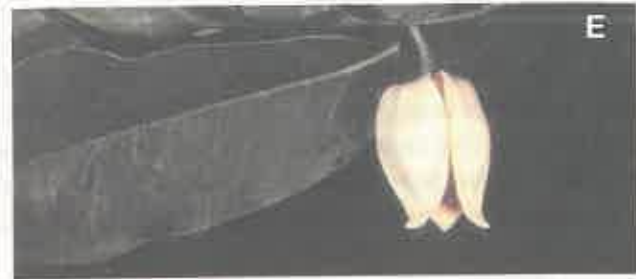
Recapitulando, el aguacate se originó y evolucionó hace millones de años en América Central. Sus flores fueron polinizadas por polinizadores nativos que coevolucionaron con ellas; la flor del aguacate presenta las características típicas de una flor generalista, las cuales incluyen una gran cantidad de néctar y polen como recompensa para sus polinizadores. Sin embargo, los polinizadores efectivos deben visitar tanto las flores en estado masculino como las flores en estado femenino, y deben ser pequeños, de unos 3 a 8 mm, para poder recolectar con eficiencia el néctar del aguacate. Se supone que los polinizadores originales del aguacate son las especies de himenópteros de hábitos sociales, como las abejas de Meliponinae y *B. mellifica*, las cuales son pequeñas o de tamaño mediano, seguidas en orden de importancia por otras especies de avispas, moscas y algunos cucarrones. La llegada de *A. mellifera* a América Central, junto con la agricultura moderna y la aplicación de insecticidas, cambiaron las condiciones ecológicas en esta área. *A. mellifera* se convirtió en el principal polinizador y los polinizadores originales fueron excluidos. Sin embargo, en áreas donde el aguacate crece en forma silvestre, se encuentran más frecuentemente los polinizadores originales (Wysoki *et al.* 2002).

Cuadro 2. Insectos colectados en flores de aguacate, en México (Ish-Am *et al.* 1999).

Orden	Suborden	No. de especímenes recolectados	No. estimado ^y de especies ^z
Hymenoptera	Meliponinae	444	10
	Otras abejas	84	16
	Avispas	245	25
Diptera		153	40
Coleoptera		33	10
Heteroptera		44	8
Otros		18	6
Total		1021	115

^z La identificación de estas especies fue hecha por el SEL (Systematic Entomology Laboratory, USDA). La identificación de las abejas fue realizada por el Dr. David Roubik, del Smithsonian Tropical Research Institute en Panamá.

^y El número de las especies es un estimado, ya que la identificación final no se ha completado (Wysoki *et al.* 2002).



- A** *Carpophilus freemani* (Nitidulidae)
B *Cyclocephala* sp. (Scarabaeidae)
C Nitidulido en flor de atemoya
D Trampa de feromonas para polinizadores
E *Annona muricata*
F *Annona purpurea*
G Flor de atemoya en la etapa femenina
H Flor de atemoya en la etapa masculina

Polinización del mango

Hay muchos reportes contradictorios en cuanto a la polinización de mango (Waite 2002). La hipótesis más común es que el mango es polinizado por insectos y no por la ayuda del viento, lo cual ha sido demostrado por Popenoe (1917); sin embargo, Wester (1920) y Davenport y Núñez-Elisea (1997) sostienen que, en algunas circunstancias, el viento es más importante que los insectos. Free y Williams (1976) encontraron que los mangos pueden dar frutos aun cuando los insectos se hayan excluido al embolsar las panículas, sugiriendo que la polinización se debe al viento o a la gravedad del polen. Singh (1997) y Bhatia *et al.* (1995) encontraron que si las panículas eran embolsadas para excluir los insectos, la fructificación era igual a cero, comparada con panículas expuestas, las cuales presentaron un 4,3% de cuajado de fruto.

La fauna polinizadora del mango ha sido estudiada en muchos países. Jirón y Hedström (1985), Bhatia *et al.* (1995) y Singh (1997, 1999) reportan que los especímenes del orden Diptera (familias Calliphoridae y Syrphidae), son los visitantes más asiduos de las flores de mango en Costa Rica y la India. Los experimentos conducidos por Anderson *et al.* en el norte de Australia muestran que las abejas *Trigona* sp. fueron polinizadoras más efectivas que las moscas, pero sin descontar la acción de *A. mellifera*.

En Thailandia, *A. mellifera* es buena polinizadora del longan, pero *A. cerana* Fabricius se prefiere como polinizadora del mango (Wongsiri y Chen 1995). Sharma *et al.* (1998) demostraron que, en la India, las especies *Lucilia* sp. (Calliphoridae) y *Sarcophaga* sp. (Sarcophagidae) aumentaban la polinización cuando se colocaba carne podrida de oveja como atrayente en sacos en las ramas de los árboles.

Polinización de pasifloráceas

Las Passifloraceae dependen de la polinización cruzada para la producción de frutos, porque sus flores presentan características que dificultan la autopolinización (presencia de estigmas en un nivel mucho más alto que las anteras; los estambres de la flor generan polen antes de que los estigmas sean receptivos (Aguar-Menezes 2002)). Las flores de maracuyá (*Pasiflora edulis*) tienen otras características que facilitan la polinización cruzada, como su tamaño, son muy llamativas y fragantes y producen néctar abundancia.

Cuando las flores abren, los estambres cuelgan y las anteras liberan el polen en el envés de estos, expo-

niéndolo. Los estilos se mantienen erectos y las superficies estigmáticas no son adhesivas. Eventualmente, el estilo se dobla hacia abajo, y cuando este proceso termina hay una mayor oportunidad para que los insectos que están recolectando néctar y polen entren en contacto con el estigma. Durante la primera hora de floración, un insecto visitante puede acarrear polen en su cuerpo pero es difícil que lo pueda llevar hasta el estigma. Cuando la flor comienza a cerrarse, los estilos vuelven a su posición erecta. El proceso de recurvatura requiere de aproximadamente una hora. Los estilos de las flores que no se curvan tanto como los otros y mantienen una distancia mayor entre la antera y el estigma dificultan su polinización. Esto se aplica sobre todo a aquellas flores cuyos estilos siempre se mantienen erectos, siendo muchos de estos representantes de flores infértiles (Akamine *et al.* 1954, Free 1993, citados por Aguar-Menezes 2002). En Brasil no hay producción de fruta en flores polinizadas que tienen los estilos erectos. Se puede obtener desde un 13 hasta un 45% de fructificación si las flores tienen los estilos parcial o totalmente curvados, respectivamente (Ruggiero *et al.* 1976). En condiciones naturales, el estigma se mantiene receptivo únicamente durante el día en que la flor está abierta, y el polen pierde su viabilidad después de 24 h (Akamine y Girolami 1959).

Cuando las flores abren son fragantes y el néctar se secreta en una estría en la base del ginoporo; el polen es pesado y pegajoso. Esto, en conjunto con la posición de las anteras cuando el polen es expuesto y los estigmas tienen una posición adecuada para recibir el polen, indica que las flores están adaptadas para ser polinizadas por insectos y no por el viento (Free 1993). Esto se ha confirmado en estudios en los cuales se colocan las plantas en jaulas y se evita el acceso de los insectos, lo cual impide la fructificación (Akamine y Girolami 1957).

En Hawaii, los principales insectos que visitan las flores de maracuyá son *A. mellifera* y el abejorro carpintero, *Xylocopa varipuncta* Patton (Anthophoridae). Dado su pequeño tamaño, se duda de que la abeja sea una polinizadora eficiente de *Passiflora*. Sin embargo, Hammer (1987) sostiene que son sus hábitos como buscadoras de néctar, y no su tamaño, lo que causa el cuajado de fruto después de su visita. *X. varipuncta* es bastante grande y se mueve de flor en flor para obtener el néctar, su cuerpo roza tanto las anteras como los estigmas, transfiriendo el polen de un órgano a otro (Akamine *et al.* 1954).

Akamine y Girolami (1959) observaron que cuando *X. varipuncta* está buscando néctar, roza al mismo tiempo tanto las anteras como los estigmas; las moscas *E. arvorum*, y el saltamontes *Conocephalus saltator* (Tettigoniidae) se alimentan de polen y, aunque los autores los consideraban como plagas, también son buenos polinizadores de las pasifloráceas. Pope (1935) reportó que *X. varipuncta*, algunas polillas y los picafloros eran los suficientemente grandes como para transferir el polen desde los estambres hasta los estigmas. Nishida (1958) reportó que las especies de insectos más importantes en flores de maracuyá en Hawaii eran *X. aripuncta* y *E. arvorum* (Syrphidae), seguidas de algunos coleópteros, tisanópteros y ortópteros. Nishida también estableció que los trips y las mosquitas de agallas eran muy pequeños como para transferir los grandes granos de polen característicos de las pasifloráceas (Nishida 1963).

En El Salvador, los insectos más comunes que visitan pasifloráceas son *Bombus* spp., *Trigona* spp. y *Xylocopa* spp. (Free 1993). En São Paulo, Brasil, las especies que visitan flores de maracuyá son *Xylocopa* spp., *Epicharis* spp. y *A. mellifera scutellata* (Nishida 1963, Ruggiero et al. 1976).

En las Antillas, los polinizadores efectivos incluyen tres especies de picafloros y *X. mordax* Smith (Corbet y Willmer 1980). Debido a la gran profundidad del nectario, las abejas pueden insertar únicamente la punta de la lengua, dejando como mínimo 13 ml de néctar sin colectar. *X. mordax* invierte aproximadamente 8,5 segundos por visita por flor; en días soleados, cada flor es visitada cuatro veces durante la mañana y dos veces en la tarde; cuando el día está nublado, el número de visitas se reduce. Además de néctar, *X. mordax* recolecta polen en el dorso cuando está en contacto con los estigmas doblados de las diferentes especies de las pasifloráceas (Free 1993). De acuerdo con Corbet y Willmer (1980), la mayoría de la polinización de maracuyá efectuada por *X. mordax* ocurre entre las 13:30 y las 15:00 h, cuando los estigmas se han curvado hacia abajo. En este caso el porcentaje de flores polinizadas varió desde el 25% en días nublados hasta el 94% en días soleados. Cuando las flores están en la parte baja de la planta, tienen una menor oportunidad de ser polinizadas, en comparación con aquellas que localizadas en la parte superior.

En Brasil, Ruggiero et al. (1975, 1976) observaron que tres especies de *Xylocopa* y *A. mellifera scutellata* eran los polinizadores más abundantes y eficientes del

maracuyá, y que *A. mellifera* era poco eficiente, obteniendo un cuajado de frutos del 75% en el caso de los abejorros carpinteros y un 3% en el caso de la abejas. La efectividad *Xylocopa* aumentaba si los estilos de las flores eran completamente curvilíneos y disminuía si su curvatura era menor. En Brasil, Camillo (1978, 1980) también encontró que dentro del género *Xylocopa*, *X. suspecta* Moure e Camargo era un polinizador más eficiente de maracuyá que *X. frontalis* (Olivier). Este autor cita otras especies, como *Epicharis rustica* (Friese) (Anthophoridae), *Bombus morio*, *B. atratus*, *A. mellifera*, *Scaptotrigona postica*, *Geotrigona* sp. (Apidae) y *Oxaea flavescens* Klug (Oxaeidae) visitando flores de maracuyá, pero indica que *S. postica* y *A. mellifera* recolectan mayormente polen, mientras que *E. rustica*, *B. morio*, y *O. flavescens* colectan únicamente néctar.

Sazima y Sazima (1989) reportan que *X. suspecta* y *X. frontalis* son polinizadores eficientes de maracuyá en Ribeirão Preto, SP (Brasil), y *T. spinipes* (Fabricius) (Apidae) recolecta néctar y polen pero no poliniza, robando néctar y polen y disminuyendo la efectividad de *Xylocopa*. Más aún, *Trigona* ataca y repele a *Xylocopa* cuando esta intenta visitar las flores de maracuyá, reduciendo el cuajado de frutos en un 6-25%. Por tanto, el efecto negativo de colonias de *Trigona* es muy serio en cultivos pequeños de maracuyá.

En Malasia, Mardan et al. (1991) observaron que el abejorro carpintero *Platynopoda latipes* era el polinizador más importante de maracuyá, y concluyeron que las abejas (*A. cerana* y *A. dorsata*) disminuían la fructificación, al remover el polen antes de que ocurriera la polinización efectiva por *P. latipes*.

Tres abejorros carpinteros, *X. mordax*, *X. scutellata*, y *X. (Megaxylocopa) fimbriata* son los polinizadores más importantes de maracuyá en Maracaibo, Venezuela, y sus visitas ocurren entre las 15:00 y las 18:00 h (Domínguez-Gil y McPheron 1992).

Se han recomendado formas de facilitar la polinización por *Xylocopa*. Por ejemplo, Nishida (1958) recomienda que la producción de maracuyá no debe exceder la capacidad polinizadora de los insectos polinizadores presentes o que deben considerarse formas de aumentar el número de estos. Nishida (1954), Akamine y Girolami (1959) y Corbet y Willmer (1980) sugieren los siguientes métodos para incrementar los polinizadores: como los abejorros carpinteros construyen sus colmenas en madera o en tallos de árboles, se les debe proporcionar estos sustratos. La

abundancia de lugares donde pueden colocar sus nidos reduce el tiempo de búsqueda y la competencia entre las hembras. Pueden usarse postes de madera roja, u otro tipo de madera liviana (Akamine *et al.* 1954, Free 1993). Los estudios de Camillo y Garófalo (1982) demuestran que entre nueve tipos de madera, el eucalyptus fue la madera preferida de los abejorros *Xylocopa*. Hoffmann (1997) recomienda el uso de postes de 15-20 cm de diámetro, en los cuales se hacen huecos de 1,5 cm de diámetro. El primer hueco es longitudinal, con una profundidad de 20 cm, y el segundo es perpendicular al primero, a unos 15 cm de altura. El primer hueco se cierra con un pedazo de madera o corcho, y el segundo es usado como lugar de entrada de los abejorros.

Camillo (1996) incrementó la polinización de maracuyá por *Xylocopa* spp. en Holambra, São Paulo (Brasil), al introducir postes para nidos en estas plantaciones. Antes de colocar estos postes, la polinización era del 3,2%; más tarde, al introducir 49 nidos de *X. frontalis* y *X. grisescens* en una plantación de maracuyá de 1,5 ha, el porcentaje de fructificación aumentó hasta un 25%. Las poblaciones de abejorros carpinteros también pueden incrementarse al aumentar las fuentes de polen y néctar en el momento de la floración del maracuyá (Akamine *et al.* 1954). En Brasil, las flores de *Hibiscus* spp., *Cassia* spp., *Ipomoea purpurea*, y *Crotalaria juncea* son muy atractivas para *Xylocopa* spp. (Ruggiero *et al.* 1996).

La forma de evaluar si se necesita incrementar o no el número de abejorros carpinteros o la polinización manual es contar las flores que caen por falta de fertilización, lo cual indica que hay una densidad muy baja de polinizadores. Ruggiero *et al.* (1996) recomiendan marcar tres flores que estén listas para abrir por planta, en un día claro. Si se tiene una plantación de unas 2-3 ha, esta operación debe ser repetida en más de 34 plantas, marcando unas 100 flores en total. Si se tiene un área mayor, la cantidad de flores marcadas debe ser incrementada proporcionalmente. Cuatro días más tarde, se deben contar los frutos en las flores marcadas. Ruggiero *et al.* (1996) observó que un 40-50% de las flores marcadas fructificaban, lo que significó que la población de los abejorros carpinteros era la adecuada. Si se encuentra menos del 30% de frutos, significa que hay una falta de polinizadores y las flores deben ser polinizadas manualmente.

De acuerdo con Akamine *et al.* (1954), Akamine y Girolami (1957, 1959) y Nishida (1958), las abejas

contribuyen a disminuir la fructificación del maracuyá. En áreas donde hay muchas abejas, estas remueven el polen de las anteras, llevándose a la colmena. Cuando el estilo se ha movido a la posición en las cuales los estigmas pueden ser polinizados por los abejorros carpinteros, no se encuentra polen suficiente en las flores para lograr una buena fructificación.

En Hawaii, Nishida (1958) encontró que, en dos lugares, flores que se habían embolsado y polinizado a mano, tenían un mismo porcentaje de fructificación que aquellas que se habían dejado sin embolsar. Sin embargo, en otros dos lugares, las flores embolsadas y polinizadas a mano fructificaron mejor que aquellas sin embolsar y polinizar, lo cual indicaba que los insectos de esas localidades eran muy pocos.

Nishida (1963) encontró que la abundancia de abejas en la polinización de maracuyá era errática, pues estas preferían otras fuentes de néctar y polen. Nishida (1963) sugirió que *X. varipuncta* es un polinizador más eficiente que la abeja, porque es más grande, más rápido y acarrea más polen. Esto fue confirmado en experimentos de Ruggiero *et al.* (1976), quien encontró que plantas expuestas en confinamiento a *Xylocopa* spp. tenían una fructificación del 75% en comparación con plantas expuestas a abejas, las cuales resultaron en 45% de fructificación.

Sin embargo, Free (1993) sugiere que las abejas son importantes como polinizadores de este cultivo, ya que polinizan pasifloráceas en valles y regiones montañosas y pueden ser manipuladas fácilmente. Este planteamiento fue respaldado por Cox (1957) en Australia. En la Florida, donde se encuentran únicamente abejas visitando maracuyá, hay una fructificación del 25% (Hardin, 1986).

Literatura citada

- Aguiar-Menezes, E; Menezes, E; Cassino, P; Soares, M. 2002. Passion Fruit. In Peña, J; Sharp, J; Wysoki, M. eds. Tropical fruit pests y pollinators, Wallingford, UK. CAB International. p. 361-390.
- Ahmed, MS. 1936a. Pollination y selection in *Anona squamosa* y *Anona Cherimolia*. Ministry of Agriculture of Egypt, Technical Science Service Horticultural Section Bulletin no. 57.
- Ahmed, MS. 1936b. The Anonas in Egypt. Ministry of Agriculture of Egypt, Horticultural Section Booklet no. 14.
- Akamine, EK; Girolami, DG. 1957. Problems in fruit set in yellow passion fruit. Hawaii Farm Science 5: 3-5.
- _____; Girolami, DG. 1959. Pollination y Fruit Set in Yellow Passion Fruit. Honolulu, US, Hawaii Agricultural Experiment Station, p. 32. (Technical Bulletin no. 39).

- _____. 1954. Passion Fruit Culture. University of Hawai. 23 p. (Extension Circular no. 345).
- Andrade, BM. 1996. Pollination y breeding system of *Xylopia brasiliensis* Sprengel (Annonaceae) in south-eastern Brasil. *Journal of Tropical Ecology* 12: 313.
- Bahtia, R; Gupta, D; Chandel, JS; Sharma, NK. 1995. Relative abundance of insect visitors on flowers of major subtropical fruits in Himachal Pradesh y their effect on fruit set. *Indian Journal of Agricultural Sciences* 65: 907-912.
- Camillo, E. 1978a. Aspectos reproductivos de algunas especies de *Xylocopa* (Hymenoptera: Anthophoridae). *Ciência e Cultura* 30: 594-595.
- _____. 1978b. Polinização do maracujazeiro. In *Simpósio Sobre a Cultura do Maracujazeiro*. (2, 1997, Jaboticabal, BR). *Anais*. p. 32-39.
- _____. 1980. Polinização do maracujazeiro. In *Ruggiero, C. ed. Cultura do Maracujazeiro*. Jaboticabal, BR, FCAN. p. 47-53.
- _____. 1996. Utilização de espécies de *Xylocopa* (Hymenoptera, Anthophoridae) na polinização do maracujá amarelo. In *Encontro Sobre Abelhas*. (2, 1996, Ribeirão Preto, BR). *Anais*. p. 141-146.
- _____; Garófalo, CA. 1982. On the bionomics of *Xylocopa frontalis* (Olivier) y *Xylocopa grisescens* (Lepelletier) in southern Brasil. I. Nest construction y biological cycle. *Revista Brasileira de Entomologia* 42: 571-582.
- Carvalho, EF; Calixto, ARY; Silva Filho, JR; Morato, EF. 1994. Avaliação da polinização artificial na redução dos danos causados por *Trigona amazonensis* na cultura do maracujá amarelo. In *Congresso Brasileiro de Fruticultura*. (13, 1994, Salvador, BR). *SBF. Anais*. p. 798-799.
- Castañeda-Vildózola, A; Pineda, SG; Rebollar, A. 1997. Searching of cherimola pollinator insects in the states of México y Michoacan. I. Identification. In *Congreso Internacional de Annonaceas* (1997, Chapingo, MX). *Memoria*.
- _____; Equihua-Martinez, A; Valdés-Carrasco, J; Barrientos-Priego, AF; Ish-Am, G; Gazit, S. 1999. Insectos polinizadores del aguacatero en los estados de México y Michoacán. In *World Avocado Congress* (4, 1999). *Proceedings*. p. 129-136.
- Cogez, X; Lyannaz, JP. 1996. Manual pollination of sugar apple. *Tropical Fruit Newsletter* 19: 5-6.
- Corbet, SA; Willmer, PG. 1980. Pollination of the yellow passion fruit: néctar, pollen y carpenter bees. *Journal of Agricultural Science* 95: 655-666.
- Crane, E. 1992. The past y present status of beekeeping with stingless bees. *Bee World* 73: 29-42.
- Cruden, RW; Hermann, SM; Peterson, S. 1983. Patterns of néctar production y plant-pollinator coevolution. In *Bentley R; Elias T. eds. The Biology of Nectaries*. New Cork, Columbia University Press. p. 80-125.
- Davenport, TL. 1985. Avocado flowering, pollination y fruit set. *HortScience* 20: 589.
- _____. 1986. Avocado flowering. *Horticultural Review* 8: 257-289.
- _____; Núñez-Elisea, R. 1997. In *Litz, RE. ed. The Mango - Botany, Production y Uses*. UK, CAB Internacional Wallingford, *Reproductive Physiology* p. 69-146.
- Deroin, T. 1989. Evolution des modalités de la pollinisation au cours du développement des axes aériens chez une Annonacee savanicole soumise aux feux annuels: *Annona senegalensis* Pers. *C.R. Acad. Sci. Paris* 308 (3): 307-311.
- Dominguez-Gil, OE; McPheron, BA. 1992. Arthropods associated with passion fruit in western Venezuela. *Florida Entomologist* 75: 607-612.
- Faegri, K. 1978. Trends in research in pollination ecology. In *Richards AJ. ed. The pollination of flowers by insects*. Academic Press. p. 5-12.
- _____; Van der Pijl, L. 1979. *The Principles of Pollination Ecology*, 3 ed. Oxford, UK, Pergamon Press. 244 p.
- Farre, M, J; Perez O, JM; Hermoso G, M de los A; Orgata R, JM. 1997. Estudio sobre polinización de chirimoyo (*Annona cherimola* Mill) en España. In *Congreso Internacional de Annonaceas* (1997, Chapingo, MX). *Memorias*. p. 43-55.
- Free JB. 1993. *Insect Pollination of Crops*, 2 ed. Academic Press. 684 p.
- _____; Spencer-Booth, Y. 1964. The foraging behaviour of honey-bees in an orchard of dwarf apple trees. *Journal of Horticultural Science* 39:78-83.
- _____; Williams, IH. 1976. Insect pollination of *Anacardium occidentale* L., *Mangifera indica* L., *Blighia sapida* Koenig y *Persea americana* Mill. *Tropical Agriculture* 53: 125-136.
- Galon, I; Gazit, S; Podoler, H. 1982. Improvement of natural fruit set of *Annona* by increasing the population of pollinating insects. *Alon. Haloneta* 9: 611-614.
- Gazit, S; Galon, I; Podoler, H. 1982. The role of nitidulid beetles in natural pollination of *Annona* in Israel. *Journal American Society Horticultural Science* 107: 840-852.
- George, AP; Nissen, RJ; Ironside, DA; Anderson, P. 1989. Effects of nitidulid beetles on pollination y fruit set of *Annona* spp. hybrids. *Scientia Horticulturae* 39: 289-299.
- George, AP; Nissen, RJ. 1991. *Annona cherimola* Miller, *Annona squamosa* L, *A. cherimola* x *A. squamosa*. In *Verheij, EWM; Coronel, RE. eds. Plant Resources of South East Asia*. 2. Edible fruits y nuts Pudoc-DLO Wagenigen, Holland y prozea Foundation, Bogor, Indonesia. 447 p.
- _____; Niessen, RJ; Campbell, JA. 1992. Pollination y selection in *Annona* species (chirimoya, atemoya, y sugar apple). *Acta Horticulturae* 321: 178-185.
- Gottsberger, G. 1970. Beitrage zur Biologie von Annonaceen-Bluten. *Osterreichische Botanische Zeitschrift* 118: 237-279.
- _____. 1985. Pollination y dispersal in the Annonaceae. *Annonaceae Newsletter* 1: 6-7.
- _____. 1988. The reproductive biology of primitive angiosperms. *Taxon* 37: 630-643.
- Hammer, LH. 1987. The pollinators of yellow passionfruit – do they limit the success of *Passiflora edulis* f. *flavicarpa* as a tropical crop? In *Annual Meeting of the Florida State Horticulture Society. Proceedings*. 100: 283-287.
- Harder LD; Barrett SCH. 1992. The energy cost of bee pollination for *Pontederia cordata* (Pontederiaceae). *Functional Ecology* 6: 226-233.
- Ish-Am, G; Eisikowitch, D. 1991a. Possible routes of avocado tree pollination by honeybees. *Acta Horticulturae* 288: 225-233.
- _____; Eisikowitch, D. 1991b. New insight into avocado flowering in relation to its pollination. *California Avocado Society Yearbook* 75: 125-137.
- _____; Eisikowitch, D. 1993. The behaviour of honey bees (*Apis mellifera*) visiting avocado (*Persea americana*) flowers y their contribution to its pollination. *Journal of Apicultural Research* 32: 175-186.
- _____; Eisikowitch, D. 1998a. Low attractiveness of avocado (*Persea americana* Mill.) flowers to honeybees (*Apis mellifera* L.) limits fruit set in Israel. *Journal of Horticultural Science* 73: 195-204.

- _____; Barrientos-Priego, AF; Castañeda-Vildózola, A; Gazit, S. 1999. Avocado (*Persea americana* Mill.) pollinators in its region of origin. *Revista Chapingo*. p. 137-143. (Serie Horticultura no. 5, número especial).
- Jirón, LF; Hedström, I. 1985. Pollination ecology of mango (*Mangifera indica* L.) (Anacardiaceae) in the neotropic region. *Turrialba* 35: 269-277.
- _____; Lobo, JA. 1995. Las abejas del genero *Trigona* y su asociacion con cultivo del mango (*Mangifera indica* L.). *Boltec* 28: 66-68.
- Kahn, TL. 1997. Pollination theory y practice. Chirimoya Handbook. US, California Chirimoya Association. p. 2-220.
- _____; Arpaza, ML. 1990. Methods of chirimoya hand pollination. US, California Chirimoya Association. Newsletter 3:1-3.
- Kessler, PA. 1987. Some interesting distribution patterns in the Annonaceae. *Annonaceae Newsletter* 6, p. 7.
- Kevan, PG; Baker, HG. 1983. Insects as flowers visitors y pollinators. *Annual Review of Entomology* 28: 407-453.
- Koesriharti. 1991. *Annoma muricata* L. In Verheij, EWM; Coronel, RE. eds. Plant Resources of South East Asia. 2. Edible fruits y nuts Pudoc-DLO Wagenigen, Holland y Prozea Foundation, Bogor, Indonesia. 447 p.
- Kumar, R; Hoda, MN; Singh, DK. 1977. Studies on the floral biology of custard apple (*Annona squamosa* Linn.). *Indian Journal of Horticultura* 34: 252-256.
- López, E. y Rojas Dent, R. (1992) Arthropods associated with chirimoya (*Annona cherimola* Mill.) flowering in Quillota, Chile. *Acta Entomologica Chilena* 17: 101-106.
- _____; Uquillas, C. 1997. *Carpophilus hemipterus* (Coleoptera: Nitidulidae) as chirimoya (*Annona cherimola* Mill.) pollination agent under controlled conditions. *Acta Entomologica Chilena* 21: 89-99.
- Mardan, M; Yatim, IM; Khalid, MR. 1991. Nest biology y foraging activity of carpenter bee on passion fruit. In *International Symposium on Pollination*. (6, 1991, Tilburg, NE). p. 127-132.
- Nishida, T. 1958. Pollination of the passion fruit in Hawaii. *Journal of Economic Entomology* 51: 146-149.
- _____. 1963. Ecology of the Pollinators of the Passion Fruit. Hawaii Agricultural Experiment Station, Honolulu. (Technical Bulletin, 55).
- McGregor, SE. 1976. Insect Pollination of Cultivated Crop Plants, Washington DC, US. USDA. 411 p. (Agriculture Handbook 496).
- Mommers, J. 1952. De betekenis van de honiongbij voor de destuiving. *Meded. Dir. Tuinb.* 15: 586-593.
- Momose, J; Nagamitsu, T; Inoue, T. 1998. Thrips cross-pollination of *Popowia pisocarpa* (Annonaceae) in a lowland dipterocarp forest in Sarawak. *Biotropica* 30: 444-448.
- Nadel, H; Peña, JE. 1994. Identity, behavior, y efficacy of nitidulid beetles (Coleoptera: Nitidulidae) pollinating commercial *Annona* species in Florida. *Environmental Entomology* 23: 878-886.
- Nagamitsu, T; Inoue, T. 1997. Cockroach pollination y breeding system of *Uvaria elmeri* (Annonaceae) in a lowland mixed-dipterocarp forest in Sarawak. *American Journal of Botany* 84: 208-213.
- Nagel, J; Peña, JE; Habbeck, D. 1989. Insect pollination of atemoya in Florida. *Florida Entomologist* 7: 207-211.
- Nakasone, H, Y; Paull, RE. 1998. Tropical Fruits. Wallingford, UK, CAB International, 445 p.
- Nieto, AR. 1984. Observacion preliminar de la polinización entomófila en aguacate *Persea americana* Mill. *Revista Chapingo* 9: 54-55.
- Noonan, JC. 1954. Review of investigations of the *Annona* species. *Natural Horticultural Magazine* 33: 219-225.
- Okimura, GT; Savage, IE. 1974. Nitidulid beetles most commonly found attacking dried fruits in California. *Natural Pest Control Operator News* 34:4-7.
- Peña, JE; Bennett, FD. 1995. Arthropods associated with *Annona* spp. in the neotropics. *Florida Entomologist* 78:329-349.
- _____; Castiñeiras, A; Bartelt, R; Duncan, R. 1999. Effect of pheromone bait stations for Sap beetles (Coleoptera: Nitidulidae) on *Annona* fruit set. *Florida Entomologist* 82: 475-480.
- _____; Nadel, H; Barbosa, M; Smith, D. 2002. Pollinators y pests of *Annona* Species. In Peña, J; Sharp, J; Wysoki, M. eds. Tropical fruit pests y pollinators. Wallingford, UK, CAB Internacional, p. 197-222.
- _____; Sharp, J; Wysoki, M. 2002. Tropical fruit pests y pollinators. Wallingford, UK, CAB Internacional, 407 p.
- Podoler, H; Galon, I; Gazit, S. 1984. The role of nitidulid beetles in natural pollination of Annonas in Israel: attraction of nitidulid beetles to *Annona* (atemoya) flowers in Israel. *Oecology Applicata* 5: 369-381.
- Podoler, H; Galon, I; Gazit, S. 1985. The effect of atemoya flowers on their pollinators: nitidulid beetles. *Acta Oecologica* 6: 251-258.
- Real, L. 1983. Introduction. In Real, L. ed. *Pollination Biology*. New York, Academic Press, p. 1-5.
- Reiss, A. 1971. Pollination y fruit set of *Annona cherimola* y *Annona squamosa*. M. Sc. Thesis, Jerusalén, IL, The Hebrew University of Jerusalem.
- Roubik, DW. 1995. *Pollination of Cultivated Plants in the Tropics*. Roma, IT, Food Agricultural Organization, Agricultural Services Bulletin no. 118.
- Ruggiero, C; Banzatto, DA; Lam-Sánchez, A. 1976. Studies on natural y controlled pollination in yellow passion fruit (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.). *Acta Horticulturae* 57: 121-124.
- _____; Lam-Sanchez, A; Miguel, S. 1975. Estudos da incompatibilidade em flores do maracujá amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.). In *Congresso Brasileiro de Fruticultura*. (3, 1975, Rio de Janeiro, BR). *Anais*. p. 491-495.
- _____; São José, AR; Volpe, CA; Oliveira, JC; Duringan, JF; Baumgartner, JG; Silva, JR; Nakamura, K; Ferreira, ME; Kavati, R; Pereira, VP. 1996. Maracujá Para Expotação: Aspectos Técnicos da Produção. Brasília, BR, EMBRAPA/SPI, 64 pp. (Publicações Técnicas FRUPEX no. 19).
- Safford, WE. 1914. Classification of the genus *Annona* with descriptions of new y imperfectly known species. *United States National Herbarium, Smithsonian Institution* 18. 68 p.
- Sazima, I; Sazima, M. 1989. Mamangavas e irapuás (Hymenoptera, Apoidea): visitas, interações e conseqüências para polinização do maracujá (Passifloraceae). *Revista Brasileira de Entomologia* 33: 109-118.
- Schroeder, CA. 1943. Hand pollination studies on the chirimoya. *Proceedings American Society Horticultural Science* 43: 39-41.
- _____. 1956. Chirimoyas, zapotes y guavas in California. *California Avocado Society Yearbook* 40: 49-56.

- _____. 1971. Pollination of chirimoya. California Avocado Society Yearbook 54: 119-122.
- Silberbauer-Gottsberger, I., Gottsberger, R. y Gottsberger, G. 1997. Flower rhythm y pollination in a hybrid population of *Annona* in a small cerrado área in Matto Grosso, Brasil. *Annonaceae Newsletter* 11: 55-60.
- Singh, G. 1997. Pollination, pollinators y fruit setting in mango. *Acta Horticulturae* 455: 116-123.
- Smith, D. 1991. Insect pests. In Sanewski, G. ed. Custard Apples cultivation y crop protection. Queensland Department of Primary Industries. 103 p. (Information Series no. Q190031).
- Stephen, W. 1958. Pear pollination studies in Oregon. Oregon Agricultural Experimental Station. (Technical Bulletin no. 23).
- Stout, AB. 1933. The pollination of avocados. Florida Agricultural Experimental Station. p. 1-44. (Technical Bulletin no. 257).
- Thakur, DR; Singh, RN. 1965. Studies on pollen morphology, pollination y fruit set in some annonas. *Indian Journal of Horticulture* 22: 10-18.
- Thomson, P. 1974. Chirimoya y pawpaw pollination. *Pomona* 7, 3-6, 24.
- Verheij, E; Coronel, R. 1992. Plant resources of South East Asia. Edible fruits y nuts. Bogor, ID, Prosea Foundation. 446 p.
- Valentine, DH. 1987. The pollination of introduced species, with special reference to the British Isles y the genus *Impatiens*. In Richards, AJ. ed. *The Pollination of Flowers by Insects*. Academic Press, p. 117-123.
- Vidal HL. 1997. Identificación y frecuencia de insectos polinizadores en guanabana *Annona muricata*. Congreso Internacional de Annonaceae. (1997, Chapingo, MX). *Memorias*. p. 36.
- Villalta, R. 1988. Estudio de la biología floral e identificación de agentes polinizadores de la guanábana (*Annona muricata* L.) en la zona atlántica de Costa Rica. Thesis. Heredia, Costa Rica, Universidad Nacional. 61 p.
- Visscher, PK; Sherman, G. 1998. Insect visitors to avocado flowers. *Subtropical Fruit News* 6: 7-10.
- Vithanage, HIMV. 1984. Pollen-stigma interactions: Development y cytochemistry of stigma papillae y their secretions in *Annona squamosa* L. (Annonaceae). *Annals of Botany* 54:153-167.
- _____. 1990. The role of the European honeybee (*Apis mellifera* L.) in avocado pollination. *Journal of Horticultural Science* 65: 81-86.
- Waite, G. 2002. Pests and Pollinators of mango. In Peña, J; Sharp, J; Wysoki, M. eds. *Tropical fruit pests y pollinators*. Wallingford, UK, CAB International. p. 103-130.
- Webber, A. 1981. Algunos aspectos da biología floral de *Annona sericea* Dun. (Annonaceae). *Acta Amazonica* 11: 61-65.
- _____; Gottsberger, G. 1997. Floral biology y pollination of *Bocageopsis multiflora* y *Oxandra euneura* in Central Amazonia. *Annonaceae Newsletter* 11: 61-66.
- Wester, PJ. 1910. Pollination experiments with anonas. *Bulletin Torrey Botanical Club* 37: 529-539.
- Westerkamp, C. 1991. Honeybees are poor pollinators—why? *Plants Systematics y Evolution* 177: 71-75.
- Wongsiri, S; Chen, PP. 1995. Effects of agricultural development on honey bees in Thailand. *Bee World* 76: 3-5.

Efecto de tres fungicidas sobre siete aislamientos del entomopatógeno *Lecanicillium* (= *Verticillium*) *lecanii*

J. Francisco Olán H.¹
Hipólito Cortez M.²

RESUMEN. Se investigó el efecto del oxiclورو de cobre, el clorotalonil y el sulfato de cobre en el desarrollo *in vitro* de siete cepas del hongo *Lecanicillium* (= *Verticillium*) *lecanii*. Todos los productos mostraron un efecto adverso al desarrollo del hongo, el cual varió dependiendo de la cepa y del producto evaluado. El efecto sobre el desarrollo micelial fue de tipo fungistático, y se detectaron diferencias estadísticas ($P < 0,05$) entre las diferentes cepas. Los porcentajes de inhibición fueron de 79,20%, 68,53% y 28,39%, para el oxiclورو de cobre, el sulfato de cobre y el clorotalonil, respectivamente. La cepa más sensible tuvo una inhibición de 90,78%, 89,52%, y 36,13% para el sulfato de cobre, el oxiclورو de cobre y el clorotalonil, respectivamente. El efecto sobre la germinación con la dosis alta fluctuó entre 97% y 99% y fue irreversible. Al parecer, las cepas catalogadas como de conidios pequeños fueron las más afectadas en su germinación.

Palabras clave: Fungicidas, áfidos, cacao.

ABSTRACT. Effect of three fungicides on seven strains of the entomopathogen *Lecanicillium* (= *Verticillium*) *lecanii*. The authors researched the effect of copper oxychloride, copper sulfate and chlorotalonil on the *in vitro* development of seven strains of the fungus *Lecanicillium* (= *Verticillium*) *lecanii*. All fungicides had an adverse effect on the development of the fungus, which varied depending of the strain and the product used. The effect on mycelia development was of the fungistatic type, with differences ($P < 0.05$) among the strains. The inhibition percentages were of 79.24%, 68.53%, and 28.39%, for copper oxychloride, copper sulfate and chlorotalonil, respectively. The most sensitive strain presented an inhibition rate of 90.78%, 89.52% and 36.13% for copper sulfate, copper oxychloride and chlorotalonil, in that order. For the higher doses, the effect on germination varied between 97% and 99%, and was irreversible. Small conidia strains appeared to be more susceptible to the fungicides.

Key words: Fungicides, aphids, cocoa.

Introducción

Durante 1994, se registraron en cacaotales de Tabasco, en el sur de México, ejemplares del áfido *Toxoptera aurantii* infectados por el hongo *Verticillium lecanii* (Cortez 1994), recientemente reclasificado como *Lecanicillium lecanii* (Zare y Gams 2001). Con el objetivo de conocer el potencial del hongo para el combate del áfido, se realizó recientemente un estudio sobre la caracterización de siete aislamientos

silvestres: cuatro originarios de Tabasco y tres exóticos. Adicionalmente, se evaluaron cuatro cultivos monospóricos por aislamiento. Resultados previos han demostrado el alto potencial de *L. lecanii* para el control de *T. aurantii* (Cortez 2001). El cultivo del cacao es atacado por diversas enfermedades causadas por hongos, para cuyo combate se hace uso de fungicidas químicos (Lopez 1987); eventualmente, dichos pro-

¹ Universidad Popular de La Chontalpa, H. Cárdenas, Tabasco, México.

² Colegio de Postgraduados, Campus Tabasco, H. Cárdenas, Tabasco, México. cortez@colpos.colpos.mx

ductos podrían interferir con el desarrollo de *L. lecanii*. El efecto adverso de los plaguicidas químicos en el desarrollo de hongos entomopatógenos es ya conocido; así, Wilding (1972) encontró que el benomil y el triadimenol inhibieron consistentemente el crecimiento del hongo *L. lecanii*, pero el segundo no afectó la infección del hongo sobre *Aphis gossypii* en campo. Por su parte, González *et al.* (1995) indican que los fungicidas oxiclورو de cobre y triadimefón inhibieron significativamente el crecimiento micelial de dicho hongo.

La evaluación del efecto de los plaguicidas sobre los hongos se lleva a cabo para poder integrarlos dentro de un manejo integrado de plagas (MIP). De este modo, Hall (1981) encontró que aunque diferentes fungicidas e insecticidas fueron tóxicos al hongo *in vitro*, en condiciones de campo no afectaron la infección de la plaga por el hongo.

De acuerdo con algunos estudios, el efecto de diversos plaguicidas químicos sobre el desarrollo micelial de los hongos entomopatógenos es de tipo fungistático (Mier *et al.* 1998, García *et al.* 1998); no obstante, el benomil y el mancozeb causaron una inhibición total en el crecimiento micelial de *L. lecanii* (Rebollar *et al.* 1994). El efecto sobre la germinación es generalmente irreversible (Rombach y Gillespie 1988).

En el cultivo del cacao de Tabasco, los fungicidas más utilizados son los derivados del cobre, como el oxiclورو de cobre y el sulfato de cobre (Lopez 1987); otros fungicidas, como el clorotalonil, son recomendados (Diccionario de Especialidades Agroquímicas 1993), pero por su mayor costo no son utilizados. Su aplicación va dirigida principalmente contra la mancha negra de la mazorca, *Phytophthora* spp., la cual incide durante los períodos de más baja temperatura y humedad relativa más alta.

El objetivo del presente estudio fue conocer el efecto de los fungicidas oxiclورو de cobre, sulfato de cobre y clorotalonil sobre el desarrollo *in vitro* de siete aislamientos del hongo *L. lecanii*.

Materiales y métodos

Las cepas del hongo evaluadas y algunas de sus características relevantes se muestran en el Cuadro 1. Actualmente, se conservan en el Laboratorio de Entomología del Colegio de Postgraduados, Campus Tabasco, en Cárdenas, Tabasco, México. Su multiplicación se realizó en medio de cultivo Sabouraud-

dextrosa-agar (SDA) + 0,1% de extracto de levadura. La metodología para su cultivo se basó en la descrita por Cortez (2001), que consiste en sembrar el hongo sobre portaobjetos cubiertos con medio de cultivo, y después depositados sobre triángulos de vidrio dentro de cajas Petri. Las condiciones de incubación fueron de $25 \pm 1^\circ\text{C}$ durante el día y a temperatura ambiente durante la noche ($27 \pm 1^\circ\text{C}$).

Se consideraron los siguientes fungicidas: Oxícu® (oxiclورو de cobre 50% i.a.), en dosis de 0,6, 0,55 y 0,50 g/100 ml; el Balacú® 750 (clorotalonil 75% i.a.), en concentraciones de 0,30, 0,25 y 0,2 g/100 ml; y el caldo bordelés (sulfato de cobre 25% i.a.), en una sola concentración, de 1 g/100 ml (Cuadro 2). Los dos primeros fungicidas fueron formulaciones comerciales, mientras que el caldo bordelés se preparó con la fórmula siguiente: 1 g de sulfato de cobre + 1 g de hidróxido de calcio + 100 ml de agua. En todos los casos se consideró un testigo sin fungicida. Con excepción del caldo bordelés, la selección de las dosis alta y baja de los fungicidas se basó en la recomendación del fabricante (Diccionario de Especialidades Agroquímicas 1993). El experimento se basó en la técnica de envenenamiento del medio (González *et al.* 1995). Después de la esterilización, cuando el medio alcanzó una temperatura de 38°C , se incorporaron los fungicidas dentro de una campana de esterilización.

Para el experimento de desarrollo micelial, se usaron cajas Petri de 100 x 15 mm, de las cuales se llenó una tercera parte con medio de cultivo; después, se tomaron discos de 0,5 cm de diámetro de cultivos del hongo de siete días de edad y se colocaron dentro de cada caja Petri. Los tratamientos se incubaron a $25 \pm 1^\circ\text{C}$ durante el día y a temperatura ambiente durante la noche ($27 \pm 1^\circ\text{C}$). Cinco días después, se midió el diámetro del desarrollo micelial. El porcentaje de inhibición del hongo por los fungicidas fue calculado con base en el desarrollo micelial en el testigo, mediante la siguiente fórmula:

$$Ic = 100 - \frac{(Cmf) (100)}{Cmt}$$

Donde:

Ic = porcentaje de inhibición del crecimiento micelial

Cmf = crecimiento micelial con fungicidas

Cmt = crecimiento micelial en el testigo

Cuadro 1. Características generales de los diferentes aislamientos evaluados del hongo *Lecanicillium lecanii* (Cortez 2001).

Cepa	Tipo	Origen	Hospedante
C(1)	Monospórica	Cárdenas, Tabasco	<i>Toxoptera aurantii</i>
C(3)	Monospórica	Cárdenas, Tabasco	<i>T. aurantii</i>
C40(1)	Monospórica	Cuba	Mosquita blanca
C41(4)	Monospórica	Cuba	Mosquita blanca
Cb(0)	Poliespórica	Caobanal, Tabasco	<i>T. aurantii</i>
H(0)	Poliespórica	Huimanguillo, Tabasco	<i>T. aurantii</i>
S(3)	Monospórica	Paraíso, Tabasco	<i>Aphis neri</i>

Cuadro 2. Fungicidas y concentraciones evaluadas en el desarrollo de diferentes aislamientos del hongo *Lecanicillium lecanii*.

Fungicida	Dosis/100 ml de agua			
	Alta	Media	Baja	Testigo
Oxicú® (oxicloruro de cobre)	0,6 g	0,55 g	0,5 g	0,0 g
Balacú® (clorotalonil)	0,3 g	0,25 g	0,2 g	0,0 g
Caldo bordelés (sulfato de cobre)	1:1 g	-	-	0,0 g

En cuanto a la germinación conidial, de una suspensión de 1×10^6 conidios/ml se sirvió una parte alícuota sobre medio SDA en portaobjetos, colocados dentro de cajas Petri e incubados en las mismas condiciones del apartado anterior. A las 15 h, se registró el porcentaje de germinación conidial bajo el microscopio compuesto. Este se obtuvo con base en tres conteos, de 100 conidios cada uno. La germinación se definió cuando el tubo germinativo alcanzó la mitad de la longitud del conidio (Jackson *et al.* 1985). Los porcentajes de inhibición se obtuvieron con base en los porcentajes de germinación en el testigo de cada cepa, mediante la siguiente fórmula:

$$I_g = 100 - \frac{(G_f)(100)}{(G_t)}$$

Donde:

I_g = porcentaje de inhibición de la germinación

G_f = germinación con fungicida

G_t = germinación en el testigo

Las variables respuesta fueron el desarrollo micelial y la germinación, expresadas como porcentaje de

inhibición respecto al testigo. En cuanto a la inhibición micelial (Y), los datos se transformaron al arcoseno de la raíz cuadrada de $Y/100$ (Little y Hills 1984). Para cada fungicida (con excepción del caldo bordelés), se practicó un análisis de varianza (ANVA) bajo un diseño completamente al azar en arreglo factorial (7×3), donde los factores fueron las siete cepas y los niveles las tres concentraciones. Para el caldo bordelés, se practicó un ANVA bajo un diseño completamente al azar. En todos los casos se establecieron tres repeticiones. La separación de medias fue mediante la prueba de Tukey ($P < 0,05$).

Dado que todos los fungicidas inhibieron notablemente la germinación del hongo, no fue de interés practicar un análisis de varianza, por lo que el análisis se basó únicamente en la media y su error estándar por cepa dentro de cada fungicida.

Resultados

Efecto en el desarrollo micelial

El fungicida que inhibió más el desarrollo de las cepas fue el Oxicú® ($79,20 \pm 1,78\%$), comparado con el Balacú®, que fue el menos dañino ($28,39 \pm 1,74$). Con el caldo bordelés se obtuvo un efecto intermedio ($68,53 \pm 3,84$). De acuerdo con el análisis estadístico ($P < 0,05$),

se observaron diferencias en la respuesta de las diferentes cepas de *L. lecanii* bajo estudio. Así, la más sensible a los fungicidas fue la Cb(0); los porcentajes de inhibición fueron de $89,52 \pm 1,52$, $36,13 \pm 8,21$ y $90,78 \pm 4,61$ para el Oxicú®, Balacú® y caldo bordelés, respectivamente. Con el Oxicú®, la inhibición de la cepa Cb(0) fue estadísticamente diferente respecto a las cepas C41(4), S(3) y H(0). La cepa menos afectada por este fungicida fue la H(0), con una media de $62,11 \pm 5,83$ (Cuadro 3).

Con el Balacú®, la respuesta de las cepas fue más homogénea. Sin embargo, el grupo con mayor inhibición estuvo encabezado por la cepa Cb(0), la cual únicamente mostró diferencias significativas con las cepas C(3) ($19,53 \pm 4,19$) y H(0) ($21,03 \pm 1,99$). En este caso, la cepa menos afectada fue la C(3), sin mostrar diferencias con la H(0) (Cuadro 3).

Con el caldo bordelés, el grupo más afectado estuvo conformado por las cepas Cb(0), S(3) y H(0). La

menos afectada fue la C(3), aunque no mostró diferencias con la cepa hermana C(1) y las exóticas C40(1) y C41(4) (Cuadro 3).

Efecto en la germinación.

En la mayoría de los casos, los porcentajes de inhibición fueron superiores al 90%, por lo que se considera que el efecto de los fungicidas en la germinación de *L. lecanii* fue más drástico que en el desarrollo micelial. A pesar de lo anterior, sí hubo algunas tendencias. Aparentemente, el grupo de cepas C40(1), C41(4) y Cb(0), catalogadas por Cortez (2001) como de conidios pequeños ($2,9-3,9 \mu\text{m}$) fueron los que mostraron una tendencia de mayor sensibilidad a los fungicidas, mientras que las cepas C(3), H(0) y S(0), de conidios grandes ($6,5-8,8 \mu\text{m}$), fueron menos sensibles. Lo anterior fue más notorio con la dosis baja de los fungicidas (Cuadro 4).

Cuadro 3. Medias del porcentaje de inhibición del desarrollo micelial ($\pm s_x$) de diferentes razas del hongo *Lecanicillium lecanii* cinco días después de haber sido tratadas con tres fungicidas.

Cepa	Crecimiento micelial por fungicida					
	Oxicú®		Balacú®		Caldo bordelés	
	Real	Trans. ¹	Real	Trans.	Real	Trans.
C(1)	79,02±5,44	1,13±0,07 abc	31,29±2,36	0,59±0,02 a	51,62±2,49	0,80±0,02 c
C(3)	88,51±2,98	1,27±0,06 a	19,53±4,19	0,43±0,06 c	44,18±4,02	0,72±0,04 c
C40(1)	79,73±2,14	1,10±0,02 bc	31,95±3,32	0,59±0,03 a	58,10±5,47	0,86±0,05 bc
C41(4)	77,11±2,73	1,07±0,03 c	31,25±3,73	0,58±0,03 a	69,47±0,98	0,98±0,01 bc
Cb(0)	89,52±1,52	1,24±0,02 ab	36,13±8,21	0,62±0,09 a	90,78±4,61	1,31±0,12 a
H(0)	62,11±5,83	0,91±0,06 d	21,03±1,99	0,47±0,02 bc	82,45±3,96	1,14±0,05 ab
S(3)	78,40±4,91	1,10±0,05 c	27,57±4,12	0,54±0,04 ab	83,13±0,19	1,14±0,002 ab
Media	79,20±1,78		28,39±1,74		68,53±3,84	

¹ Medias de los porcentajes de inhibición (y) previa transformación para su análisis al arcoseno ($(y/100)^{0,5}$), seguidas de la misma letra dentro de columnas, no difieren estadísticamente (Tukey, 0,05).

Cuadro 4. Medias del porcentaje de inhibición ($\pm s_x$) de la germinación conidial de diferentes razas del hongo *Lecanicillium lecanii* después de haber sido tratadas con tres fungicidas.

Cepa	Porcentaje de inhibición por fungicida y dosis				
	Oxicú®		Balacú®		Caldo bordelés
	Alta	Baja	Alta	Baja	Alta
C(1)	98,49±0,50	82,14±0,92	99,66±0,16	94,12±0,96	98,19±0,46
C(3)	97,94±0,63	66,92±1,36	99,19±0,28	89,86±0,67	96,15±0,82
C40(1)	99,77±0,15	96,43±0,55	99,19±0,23	97,29±0,39	98,62±0,33
C41(4)	99,09±0,35	97,85±0,25	99,19±0,33	98,33±0,25	98,95±0,30
Cb(0)	99,43±0,24	89,04±0,83	98,87±0,26	87,37±0,99	98,30±0,34
H(0)	96,84±0,45	85,36±0,88	98,03±0,43	90,28±0,47	95,51±0,44
S(3)	97,16±0,64	83,39±2,12	97,15±0,83	83,98±0,41	97,16±0,44

Discusión

Los resultados señalan que el efecto de los fungicidas evaluados sobre el desarrollo micelial de *L. lecanii* depende de la cepa en cuestión y del producto utilizado, lo cual es similar a lo reportado por Olmert y Kenneth (1974).

Aunque los tres fungicidas evaluados tuvieron un efecto adverso sobre las cepas, el Balacú® mostró la menor inhibición, lo que sugiere que este fungicida sería un candidato ideal para ser utilizado en cacao dentro de un manejo integrado que incluya a *L. lecanii*; sin embargo, dicho producto es más costoso que los otros dos y su uso en cacao se ve limitado por el momento. Tanto el Oxicú® como el caldo bordelés tuvieron un fuerte efecto sobre el desarrollo micelial de *L. lecanii*, lo que indica que los compuestos basados en cobre son fuertemente inhibitorios del desarrollo micelial de *L. lecanii*. Sin embargo, a pesar de la fuerte inhibición de estos fungicidas, algunas de las cepas mostraron mayor tolerancia que otras, como las del grupo C y la cepa H(0). La primera ha sido catalogada por Cortez (2001) como la más promisoría en el control de *T. aurantii* en cacao, por lo que los datos aquí obtenidos complementan los trabajos de caracterización de cepas de *L. lecanii* en Tabasco.

El efecto de los fungicidas en el desarrollo micelial de *L. lecanii* fue de tipo fungistático, tal como ha sido señalado para otras cepas del hongo (González *et al.* 1995, Mier *et al.* 1998). Cuando el hongo se transfirió a un medio de cultivo libre del fungicida, las cepas continuaron su desarrollo normal. De acuerdo con lo anterior, se puede especular que, en condiciones de campo, los daños serán menores, tal como ha sido señalado por Hall (1981) para cepas comerciales de *L. lecanii*. No obstante, deben considerarse las dosis del producto y los tiempos de aplicación del hongo y del fungicida.

Contrariamente a lo ocurrido en el desarrollo micelial, el efecto sobre la germinación de *L. lecanii* fue más drástico y, aunque hubo germinación de algunos conidios, ninguna de las cepas llegó a desarrollar colonias. En este caso, el factor dosis fue de poca importancia o quizá éstas fueron demasiado altas para la prueba; no obstante, esas dosis son las recomendadas para el control de hongos fitopatógenos en el campo.

Los resultados obtenidos en este trabajo son complementarios a los obtenidos por otros autores, y son una base importante para un manejo integrado de plagas en el cultivo del cacao de Tabasco. Los trabajos documentados sobre las epizootias naturales de *L.*

lecanii sobre *T. aurantii* en cacao de Tabasco (Cortez 1994) señalan la importancia de ese entomopatógeno en la regulación natural del áfido. Sin embargo, el uso indiscriminado de fungicidas cúpricos puede interferir con su acción.

Por otro lado, con base en los resultados obtenidos en este trabajo y en los estudios de caracterización realizados por Cortez (2001), la cepa C(3) es la de mayor potencial para ser utilizada como bioinsecticida en el cultivo del cacao de Tabasco; a pesar de haber sido fuertemente inhibida, esa cepa fue de las que tuvieron el mayor desarrollo absoluto y aun en presencia de los fungicidas siempre mostró el mayor desarrollo micelial.

Así, se encontró un efecto fungistático significativo de los fungicidas Oxicú® (oxicloruro de cobre), caldo bordelés (sulfato de cobre) y Balacú® 750 (clorotalonil) sobre el desarrollo micelial del hongo *L. lecanii*. Los fungicidas con el mayor efecto fueron el Oxicú® (79,20%) y el caldo bordelés (68,53%); el de menor efecto fue el Balacú® 750 (28,39%).

La cepa más susceptible a los fungicidas fue la Cb(0) (66,82%) y la más tolerante la H(0) (47,41%), aunque la cepa con el mayor potencial bioinsecticida fue la monospórica C(3), porque aunque tuvo una fuerte inhibición en relación con el testigo sin tratar, mostró también el mayor desarrollo absoluto.

La germinación de *L. lecanii* fue drásticamente inhibida por los tres fungicidas en las dosis evaluadas. Con la dosis alta, la inhibición de la germinación fue de 98,5%, 97,6% y 98,8%, para el Oxicú®, el caldo bordelés y el Balacú®, respectivamente.

Literatura citada

- Diccionario de Especialidades Agroquímicas. 1993. 4 Ed. MX. 54 p.
- Cortez M, H. 1994. Enemigos naturales asociados a *Toxoptera aurantii* (Hom: Aphididae) y *Clastoptera globosa* (Hom: Cercopidae) en cacaotales de Tabasco, Méx. Agrociencia 5:53-64 (Serie Protección Vegetal).
- _____. 2001. Selección de aislamientos del hongo *Verticillium lecanii* (Zimm.) Viegas para el manejo del pulgón negro del cacao *Toxoptera aurantii* Boyer en Tabasco, Méx. Ph. D. Thesis. Montecillo, MX. Colegio de Postgraduados. 135 p.
- García, M; Cruz, CR; Toriello, C; Mier, T. 1998. Resultados preliminares sobre el efecto del insecticida piretroide Herald sobre el comportamiento fisiológico y actividad enzimática del hongo entomopatógeno *Verticillium lecanii* (Zimm.) Viegas. In XXI Congreso Nacional de Control Biológico. (21, 1998, Río Bravo Tamps., MX). p. 358-360.
- González, E; Palenzuela, I; Argudín, Z. 1995. Efecto del Bayleton y del Oxicloruro de cobre en el crecimiento micelial y la germinación *in vitro* de *Verticillium lecanii*. Revista de Protección Vegetal 10:13-18.

- Hall, RA. 1981. Laboratory studies on the effects of fungicides, acaricides and insecticides on the entomopathogenic fungus, *Verticillium lecanii*. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 29:39-48.
- Jackson, CW; Heale, JB; Hall, RA. 1985. Traits associated with virulence to the aphid *Macrosiphoniella sanborni* in eighteen isolates of *Verticillium lecanii*. *Annals of Applied Biology* 106:39-48.
- López M, R. 1987. El cacao en Tabasco. Chapingo, MX. Universidad Autónoma Chapingo. 287 p.
- Little, TM; Hills, FJ. 1984. Métodos estadísticos para la investigación en la agricultura. MX, Trillas. p. 125-143.
- Mier, T; Silva-Romero, C; Méndez, R; Ulloa, M; Toriello O, C. 1998. Efecto de cuatro plaguicidas químicos en la viabilidad *in vitro* y morfología de *Verticillium lecanii* (Zimm.) Viegas. *In Congreso Nacional de Control Biológico*. (21, 1988, Río Bravo, Tamps., MX). p. 348-350.
- Olmert, I; Kenneth, RG. 1974. Sensitivity of the entomopathogenic fungi, *Beauveria bassiana*, *Verticillium lecanii*, and *Verticillium* sp. to fungicides and insecticides. *Environmental Entomology* 3(1):33-38.
- Rebollar A, C; Mendoza Z, R; Alatorre R, R. 1994. Evaluación *in vitro* del efecto de fungicidas sobre el hongo entomopatógeno *Verticillium lecanii* (Zimm) Viegas. *In Congreso Nacional de Fitopatología*. (21, 1994, Cuernavaca, Mor. MX). p. 21.
- Rombach, MC; Gillespie, A. T. 1988. Entomogenous hyphomycetes for insects and mites control on greenhouse crops. *Biocontrol News and Information* 9:7-18.
- Wilding, N. 1972. The effect of systemic fungicides on the aphid pathogen *Cephalosporium aphidicola*. *Plant Pathology* 2:137-139.
- Zare, R; Gams, W. 2001. A revision of *Verticillium* sect. *Prostrata*, 4. The genera *Lecanicillium* and *Simplicillium* gen nov. *Nova Hedwigia* 73:1-50.

Enmiendas y microorganismos antagonistas para el manejo de *Pseudomonas solanacearum* en tomate

Jorge Ulises Díaz B.¹
Elkin Bustamante²
Vera Sánchez G.³
Andrea Schlönvoigt

RESUMEN. Se estudió el efecto de dos enmiendas y tres microorganismos como posibles factores supresores y antagonistas, respectivamente, del agente causal de la marchitez bacteriana, *Pseudomonas solanacearum* E.F. Smith. Los experimentos fueron conducidos en campo e invernadero en el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), en Turrialba, Costa Rica. Se establecieron en diseño de parcelas divididas con cuatro repeticiones en el campo y tres en el invernadero. Las parcelas principales se dispusieron en bloques completos al azar. Se evaluaron tres tratamientos (compost comercial, cal dolomítica y un tratamiento sin enmiendas) en las parcelas principales y ocho tratamientos (*P. cepacia*, *Bacillus cereus* y *Glomus occultum* solos y en combinación) en las subparcelas. Los tratamientos con enmiendas se asignaron a las parcelas principales, mientras que los tratamientos con antagonistas se asignaron a las subparcelas. Las variables evaluadas fueron incidencia y severidad de la enfermedad y área bajo la curva de progreso de la enfermedad (ABCPE). Se determinó el efecto de las enmiendas sobre las poblaciones de *P. solanacearum* en tres momentos. En el campo no hubo diferencias significativas entre las variables evaluadas. Las poblaciones de *P. solanacearum* fueron reducidas significativamente en el suelo. En invernadero, las enmiendas redujeron significativamente la severidad de la enfermedad y el ABCPE. Los antagonistas no redujeron significativamente la incidencia y la severidad en el campo e invernadero.

Palabras clave: Marchitez bacteriana, control biológico, incidencia, severidad, ABCPE, *Lycopersicon esculentum*.

ABSTRACT. Amendments and antagonistic microorganisms in *Pseudomonas solanacearum* management in tomato. The effects of two amendments and three microorganisms were studied as possible suppressive and antagonistic factors of bacterial wilt *Pseudomonas solanacearum* E.F. Smith. The experiments were conducted in field and greenhouse at the Tropical Agriculture Research and Higher Education Centre (CATIE), located in Turrialba, Costa Rica. Treatments were arranged in a split-plot, using randomized complete block array with four (field) and three (greenhouse) repetitions. Three treatments were evaluated in the main plots and eight in the subplots. The treatments with amendments (commercial compost and dolomit lime) and control plot were assigned to the main plots, while treatments with the antagonists (*P. cepacia*, *Bacillus cereus* and *Glomus occultum* alone and in combinations) were assigned to the subplots. The response variables were disease incidence and severity and the area under disease progress curve (AUDPC). The effect of the amendments was determined on the populations of *P. solanacearum* in three moments. In the field experiment there were no significant differences among treatments. The *P. solanacearum* populations were significantly reduced in the soil. In the greenhouse experiment, the amendments reduced significantly disease severity and the AUDPC. The antagonists did not significantly reduce incidence and severity in both field and greenhouse trials.

Key words: Bacterial wilt, biological control, incidence, severity, AUDPC, *Lycopersicon esculentum*.

¹ Departamento de Protección Agrícola y Forestal, Universidad Nacional Agraria. Apartado 453. Managua, Nicaragua. esave@ibw.com.ni 6 judiazb@yahoo.com
² Consultor independiente. Costa Rica.
³ Laboratorio de Fitopatología, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Costa Rica.

Introducción

La marchitez bacteriana del tomate, causada por *Pseudomonas solanacearum* E.F. Smith, es una enfermedad distribuida en las regiones tropicales y subtropicales y en regiones calientes de clima templado del mundo (Hayward 1991), afectando cultivos alimenticios económicamente importantes, tales como papa, tomate y banano. La enfermedad ha sido registrada en más de 450 especies de plantas, distribuidas en más de 50 familias (Hayward 1994, Prior *et al.* 1998).

El control de la enfermedad es difícil, debido al amplio rango de hospedantes, a su vasta distribución, y a la variabilidad genética del patógeno (Hayward 1991). Como en el caso de otras enfermedades bacterianas vasculares, los productos químicos no son efectivos y las prácticas de saneamiento del cultivo son difíciles de aplicar (Enfinger *et al.* 1979). La estrategia de combate ha sido la obtención de cultivares resistentes (Buddenhagen 1986). Sin embargo, la resistencia varietal fluctúa geográficamente y en el tiempo, debido a la variabilidad de las cepas del patógeno, así como a las condiciones climáticas y ambientales locales (Hartman 1991).

En los últimos tiempos, la investigación sobre métodos de control de la marchitez bacteriana ha estado dirigida hacia la evaluación de enmiendas orgánicas e inorgánicas y la aplicación de microorganismos antagonistas en las semillas o las raíces de las plantas antes de la siembra.

La incorporación de varios materiales orgánicos e inorgánicos en suelo infestado con *P. solanacearum* ha demostrado que estos suprimen la marchitez bacteriana del tomate (Michel *et al.* 1997, Michel y Mew 1998, Sood *et al.* 1998). Entre los microorganismos antagonistas de *P. solanacearum* se reportan *P. fluorescens* y *P. cepacia* (Hartman *et al.* 1993, Sood *et al.* 1998), *Bacillus* spp., y hongos micorrízicos vesículo-arbusculares (Sood *et al.* 1998), mutantes no virulentos de *P. solanacearum* (Trigalet *et al.* 1998).

El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de enmiendas, compost comercial y cal dolomítica, y de microorganismos como *P. cepacia*, *Bacillus cereus* y *Glomus occultum* sobre la incidencia, severidad y poblaciones de *P. solanacearum* en condiciones de campo e invernadero.

Materiales y métodos

Se realizaron dos experimentos, uno en el campo y otro en invernadero. En ambos, se utilizó el material

experimental *P. cepacia* Palleroni & Holmes (Pc), *B. cereus* Frankland & Frankland (Bc), y *G. occultum* (Go) como microorganismos antagonistas, y compost comercial y cal dolomítica como enmiendas. Los antagonistas utilizados pertenecen a la colección mantenida en la Unidad de Fitoprotección del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Se utilizó la variedad de tomate 'Hayslip', susceptible a *P. solanacearum*. Para el semillero se utilizaron bandejas Tray Master No. 51. Como sustrato se utilizó mezcla de suelo esterilizado, granza de arroz y bocashi, en proporción 10:2:1, más 20 g de 10-30-10 (N-P-K) por kilogramo de mezcla de sustrato (Cubillo *et al.* 1998).

El experimento de campo se estableció en la Estación Experimental "La Montaña", del CATIE, ubicado en Turrialba, Costa Rica, a 602 msnm, entre los 9° 55'21" de latitud Norte y 83° 39'40" de longitud Oeste, con precipitación promedio anual de 2065 mm, humedad relativa de 87% y temperatura promedio anual de 21°C, con una máxima de 26°C y una mínima de 18°C. Según Kass *et al.* (1995), el suelo del área experimental pertenece al orden Inceptisol, suborden Tropepts, gran grupo Eutropepts, subgrupo Andic y familia Fine, Isohyperthermic, Halloysitic.

Se utilizó un diseño de parcelas divididas con las parcelas principales dispuestas en bloques completos al azar y cuatro repeticiones. En las parcelas principales se ubicaron tres tratamientos: parcelas con compost, parcelas con cal dolomítica y parcelas sin enmiendas. En las subparcelas se ubicaron ocho tratamientos: testigo, los antagonistas solos y en combinación (*P. cepacia*, *B. cereus*, *G. occultum*, *P. cepacia* + *B. cereus*, *P. cepacia* + *G. occultum*, *B. cereus* + *G. occultum* y *P. cepacia* + *B. cereus* + *G. occultum*).

Antes de la incorporación de las enmiendas y del trasplante, se analizó el suelo para conocer el estado de los nutrientes más importantes y otros factores que contribuyen al buen desarrollo de las plantas. Las enmiendas fueron incorporadas el 11 de enero de 1999 (cuatro meses antes del trasplante), a razón de 40 t/ha para el compost y 5 t/ha para la cal dolomítica, según las recomendaciones de Sasaki *et al.* (1994) y Michel y Mew (1998). Las semillas de tomate fueron bacterizadas antes de la siembra con los antagonistas, de acuerdo con la técnica empleada por Mao *et al.* (1998).

La biomasa de las bacterias antagonistas *P. cepacia* y *B. cereus* se obtuvo 24 horas después de cultivarlas en medio de cultivo agar nutriente. La

biomasa de las bacterias, por separado y en combinación, se centrifugó a 6000 rpm, durante diez minutos; luego, se decantó el sobrenadante. Posteriormente, se agitaron en un vortex 20 ml de la solución sucrosa-carboximetil celulosa y 2 ml de los gránulos bacterianos, para lograr una mezcla homogénea. Esta mezcla se utilizó para tratar tres pequeños lotes de semillas de tomate, de 5 g cada uno. Se bacterizaron 5 g de semilla de tomate con *P. cepacia*, 5 g con *B. cereus* y 5 g con una combinación de las dos bacterias (Pc+Bc). En la combinación de las bacterias, la relación fue de aproximadamente 1:1. Cada semilla fue cubierta con cerca de 1×10^6 unidades formadoras de colonias (ufc), medidas con espectrofotómetro, de las bacterias antagonistas. Las semillas se colocaron sobre papel toalla y se dejaron secando durante toda la noche en una cámara de flujo laminar para su siembra al día siguiente.

Antes de sembrar las semillas bacterizadas, se colocaron 4 g de inóculo del hongo micorrízico *G. occultum* en la parte media del sustrato con el que se llenaron las bandejas. Posteriormente, se procedió a colocar dos semillas en cada orificio de las bandejas. De esta forma quedaron conformados los tratamientos con los tres antagonistas solos y en combinación. Las plántulas se transplantaron al campo a los 26 días después de la siembra. Un día antes del trasplante, se aplicó una solución (20 ml) de las bacterias antagonistas, solas y en combinación, al sistema radical de las plántulas de tomate.

Después del trasplante se aplicó riego. Se hicieron dos aplicaciones de insecticidas para combatir crisomélidos y seis aplicaciones de fungicidas para el control de *Phytophthora infestans* (Mont.) De Bary. El control de malezas fue manual. Se fertilizó con una fórmula completa (N-P-K) en el momento del trasplante y con 18-5-15-6-2 (N-P-K-Mg-B) durante el inicio de la floración.

Se realizaron tres monitoreos de las poblaciones de *P. solanacearum*: en enero (antes de la incorporación de las enmiendas), en abril (antes del trasplante) y en septiembre (etapa de fructificación). La toma de muestras y el conteo de las poblaciones se hizo siguiendo la técnica empleada por Michel *et al.* (1997).

En el experimento de invernadero, se utilizó un diseño de parcelas divididas. En las unidades principales se colocaron tres tratamientos (sustrato con compost, sustrato con cal dolomítica y sustrato sin enmiendas). El sustrato consistió en una mezcla de suelo estéril y arena. El suelo fue sometido a análisis de fer-

tilidad antes de ser esterilizado en hornos a 200°C, por 4 horas. En las subunidades se ubicaron ocho tratamientos (tres antagonistas solos y cuatro combinaciones de ellos más un tratamiento testigo). Las raíces de 63 plantas de tomate de dos semanas de germinadas fueron sumergidas por una hora en una solución bacteriana a una concentración de aproximadamente 1×10^8 ufc/ml de los antagonistas solos y en combinación. Las raíces de las plantas del tratamiento testigo fueron sumergidas por una hora en agua destilada, según la técnica empleada por Misaghi *et al.* (1992). Inmediatamente después, las plantas tratadas y sin tratar fueron resembradas en vasos plásticos de doce onzas de capacidad, que contenían los tres tipos de sustratos. En los tratamientos con el hongo endomicorrízico *G. occultum*, se depositaron 2 g de inóculo del hongo inmediatamente debajo del sistema radicular de las plantas para conformar los tratamientos solos con el hongo antagonista y los tratamientos en combinación con las dos bacterias antagonistas.

A los 27 días después de la siembra (dds), las plantas de tomate fueron trasplantadas en macetas de 3,75 kg de capacidad que contenían los tres tipos de sustratos mencionadas anteriormente. Las plántulas fueron trasplantadas con el suelo contenido en los vasos y adherido a las raíces. Nueve días antes del trasplante, se inocularon 63 macetas con una suspensión bacteriana del aislamiento TL8-1 de *P. solanacearum*. Esta suspensión se obtuvo de platos Petri con el medio agar cloruro de tetrazolio (TZC), donde el patógeno había crecido a 30°C. La suspensión se preparó en agua destilada estéril y se ajustó a una densidad óptica de 600 nm, (OD_{600}) = 0,3 (aproximadamente 6×10^8 ufc/ml), medida con espectrofotómetro, de acuerdo con lo propuesto por Michel y Mew (1998). En cada maceta se depositó 20 ml de la suspensión bacteriana. En este experimento no se hicieron heridas a las raíces de las plantas. El aislamiento TL-8 fue obtenido del Lote #8 de la Estación Experimental "La Montaña", sitio donde posteriormente se estableció el experimento de campo. Este aislamiento fue seleccionado en pruebas preliminares de invernadero, ya que presentó un grado de patogenicidad del aislamiento (GPA) de 3,5, considerado elevado según el criterio de Adhikari *et al.* (1993) y, a los nueve días después de la inoculación, produjo el máximo (4) índice de severidad de la enfermedad (ISE), según la escala de Kempe y Sequeira (1983).

Las plantas se regaron diariamente. A los 36 dds, fueron fertilizadas con la fórmula 10-30-10 (N-P-K), en una dosis de 5 g/maceta. Para combatir el mildiú polvoriento fue necesaria la aplicación de azufre a los cinco días después del trasplante, a una dosis de 1,5 g/l. Una vez concluido el experimento, se tomaron muestras de suelo para conocer los cambios ocurridos en cuanto a fertilidad, pH y contenido de Ca durante el período de experimentación.

En el campo se evaluó la incidencia con la fórmula propuesta por James (1983): $I = N^\circ$ de plantas enfermas/ N° total de plantas evaluadas (sanas y enfermas), y la severidad de la marchitez según la escala de Kempe y Sequeira (1983): 0 = plantas sanas; 1 = 25% del follaje marchito; 2 = 26-50% del follaje marchito; 3 = 51-75% del follaje marchito; 4 = 76-100% del follaje marchito. Las evaluaciones se realizaron durante siete semanas después del trasplante. En el invernadero se registró el ISE durante cuatro semanas después de la inoculación de las macetas con el patógeno. Se calculó el área bajo la curva de progreso de la enfermedad (ABCPE) mediante la siguiente fórmula:

$$ABCPE = \left[\sum_{i=1}^n ((X_{i+1} + X_i)/2) (t_{i+1} - t_i) \right],$$

donde X_i es la medida de la severidad de la enfermedad en la i -ésima observación, y t es la medida del tiempo. El conteo de poblaciones de *P. solanacearum*

y las demás variables mencionadas se sometieron a análisis de varianza. Para el análisis de los datos se utilizó el programa SAS, versión 6.1.

Resultados y discusión

En el campo no se observaron diferencias significativas ni en los tratamientos con enmiendas y sin ellas, ni en los tratamientos con antagonistas para la variable ISE. El menor valor de incidencia fue observado en parcelas enmendadas con compost, y el mayor en las parcelas que no recibieron enmienda (Fig. 1A).

Los valores menores en porcentaje de incidencia fueron para los tratamientos *G. occultum*, *P. cepacia*+*B. cereus* y *P. cepacia*+*B. cereus*+*G. occultum*. Todos fueron mejores que el testigo, aunque estadísticamente no hubo diferencias entre ellos (Fig. 1B). Para las variables ISE y ABCPE en el campo no se encontró diferencias significativas en ninguno de los tratamientos.

Los resultados del estudio de campo indican que las enmiendas (compost y cal dolomítica) y microorganismos antagonistas no tuvieron un efecto supresor significativo, en el corto plazo, sobre la incidencia y severidad de *P. solanacearum*. A pesar de esto, sí hubo tratamientos como Go, Pc+Bc y Pc+Bc+Go, que mostraron reducción de los valores del ABCPE, la incidencia y la severidad; sin embargo, esta reducción no fue significativa.

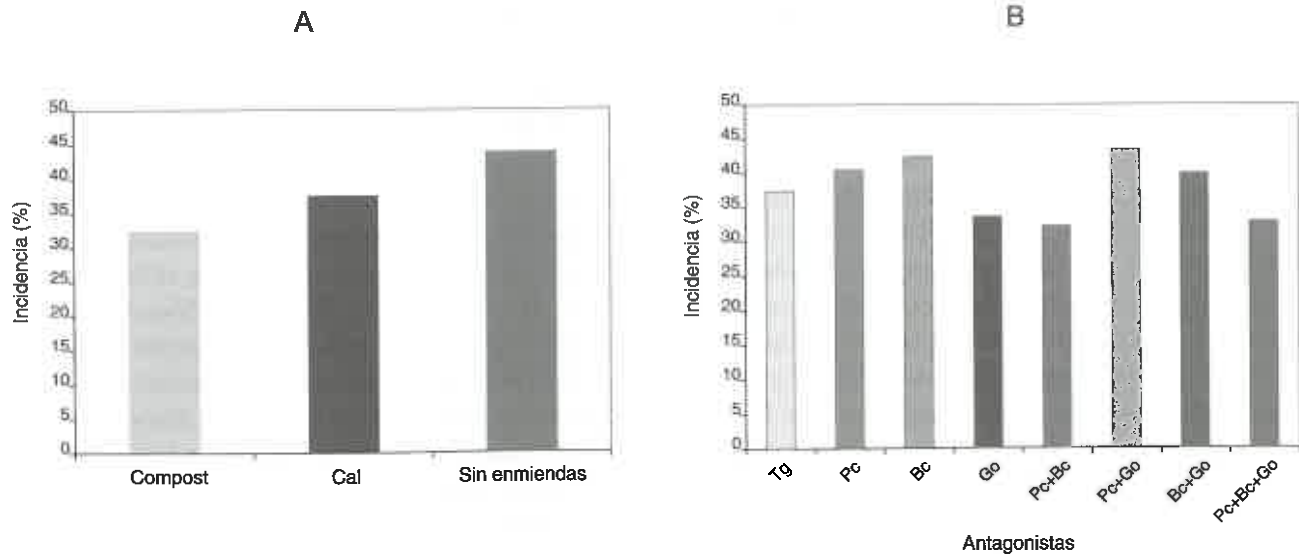


Figura 1. (A) Efecto de enmiendas sobre la incidencia de la marchitez bacteriana en tomate. (B) Efecto de microorganismos antagonistas sobre la incidencia de la marchitez bacteriana en tomate. Estación Experimental La Montaña, Turrialba, Costa Rica. 1999.

En este estudio en particular, una de las causas que influyó de gran manera en los altos niveles de incidencia de la marchitez bacteriana fue la presencia de larvas de *Phyllophaga* spp., (de 2 a 3 larvas por sitio en algunos casos), las cuales facilitaron el ingreso de la bacteria al sistema radicular de las plantas al alimentarse de este.

Otro factor muy importante fueron las condiciones climáticas durante el trasplante y en el período posterior a este. Durante el trasplante, predominó un período seco que no permitió un buen establecimiento de las plántulas. Posteriormente, estas plantas estuvieron sometidas a intensas lluvias, que contribuyeron a aumentar los niveles de inóculo de *P. solanacearum* en el suelo y a su diseminación de plantas enfermas a plantas sanas. Las lluvias posibilitaron también un rápido desarrollo del tizón tardío (*P. infestans*), que no permitió seguir evaluando el impacto de *P. solanacearum* sobre los rendimientos del cultivo de tomate.

Otro aspecto relevante es la relación que existe entre el tamaño de la población de una bacteria antagonista introducida y el nivel de supresión de los patógenos en las raíces. Al respecto, Jjemba y Alexander (1999), en un estudio llevado a cabo para determinar los posibles rasgos importantes para la competencia rizosférica de las bacterias, obtuvieron resultados que sugieren que la habilidad de las bacterias para sobrevivir en grandes números en el suelo es un rasgo fundamental de su éxito en la subsecuente colonización de la rizosfera.

Aunque no se hicieron pruebas para conocer el grado de colonización y establecimiento de los antagonistas en el sistema radicular de las plantas de tomate, los resultados sugieren que causas como las que se han mencionado anteriormente (*Phyllophaga* spp., condiciones climáticas adversas, tizón tardío, tipo de compost, tamaño de la población antagonista introducida) pudieron ser el principal obstáculo para que los antagonistas introducidos con las semillas no hayan hecho manifiesto su potencial supresor sobre el agente causal de la marchitez bacteriana.

Las poblaciones de *P. solanacearum* en el campo tuvieron un comportamiento fluctuante durante el período de evaluación (enero-septiembre) y en los dos primeros muestreos no se detectaron diferencias en el número de ufc/g de suelo de *P. solanacearum* en las parcelas con enmiendas (compost y cal dolomítica) y en las parcelas sin enmiendas. En el tercer muestreo,

se observaron diferencias significativas ($P \leq 0,05$) en el número de ufc/g de suelo entre las parcelas con enmiendas y las parcelas sin enmiendas. En las parcelas con enmiendas no se detectaron diferencias significativas en las poblaciones de *P. solanacearum* (Fig. 2).

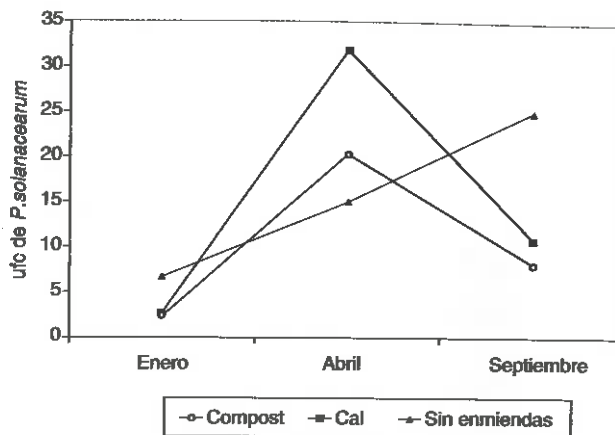


Figura 2. Comportamiento de las poblaciones de *P. solanacearum* en parcelas con enmiendas de compost (40 t/ha), cal dolomítica (5 t/ha) y en parcelas sin enmiendas. Estación Experimental "La Montaña", Turrialba, Costa Rica. 1999.

Las poblaciones de *P. solanacearum* en el campo se redujeron significativamente ($P \leq 0,05$) ocho meses después de la aplicación de las enmiendas. Michel *et al.* (1997) redujeron las poblaciones de *P. solanacearum* a cero a las cuatro semanas de aplicar una enmienda de urea + CaO (200 kg N + 5000 kg CaO), la cual elevó el pH del suelo hasta 8,2. En este estudio en particular, el tiempo necesario para reducir las poblaciones de la bacteria en el suelo fue más prolongado (ocho meses), debido a que no se aplicó urea como en el trabajo de Michel *et al.* (1997), y el pH se mantuvo por debajo de 6, lo que hace suponer que la urea tiene un efecto perjudicial por sí misma sobre la bacteria o su efecto es sinérgico, al aumentar el efecto supresor del Ca sobre las poblaciones de la bacteria de la marchitez.

En el experimento de invernadero, los valores del ABCPE (compost: 15,8; cal dolomítica: 19,2; y sin enmiendas: 27,2) y del índice de severidad de la enfermedad (Fig. 3) fueron significativamente diferentes ($P \leq 0,05$) entre los tratamientos sustratos, pero no entre tratamientos microbianos ni en los tratamientos sustratos con tratamientos microbianos. El antagonista *B. cereus* mostró tendencia a reducir la severidad de la

marchitez bacteriana en el invernadero (datos no presentados).

En el sustrato con compost se observaron los valores promedio más bajos del ABCPE y del ISE, indicando que en este experimento sí hubo una respuesta positiva del compost, al disminuir el efecto de la severidad de la enfermedad sobre las plantas inoculadas con el patógeno.

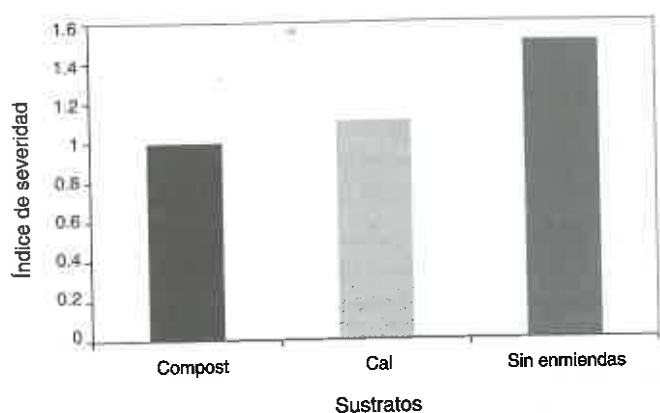


Figura 3. Efecto de enmiendas sobre la severidad de la marchitez bacteriana (*P. solanacearum*) en tomate. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 1999.

En el invernadero, las enmiendas redujeron significativamente la severidad de la marchitez bacteriana y los valores del ABCPE. Hernández Garboza (1997), en un estudio bajo condiciones de invernadero, observó que las plantas que crecieron sobre sustratos con enmiendas orgánicas presentaron los menores grados de severidad de la marchitez bacteriana, lo cual coincide con lo encontrado en este estudio.

La mezcla de microorganismos no aumentó su capacidad de reducir la severidad de la marchitez bacteriana. Esta misma tendencia fue encontrada por Ryder *et al.* (1999), quienes encontraron que una mezcla de dos cepas de *B. cereus*, M22 y A47-3 (en una proporción de cerca de 1:1) controló menos la enfermedad toma-todo en trigo que los aislamientos inoculados por separado. Estos resultados sugieren que existe incompatibilidad entre las cepas.

Sood *et al.* (1998) reportan que *G. mosseae* controló completamente la marchitez bacteriana en tomate hasta el final de un experimento de invernadero, 48 días después de la inoculación de las plantas con *P. solanacearum*. Estos mismos autores señalan que plantas tratadas con otro hongo vesículo-arbuscular, *G. fasciculatum*, mostraron síntomas de marchita-

miento a los 35 días de la inoculación y un 100% de marchitamiento a los 44 días de la inoculación. En este estudio, *G. occultum* presentó valores bajos del ABCPE y del ISE, pero no logró suprimir completamente el patógeno, lo cual sugiere que puede haber una especificidad antagonista-patógeno para el caso de *G. mosseae*.

Estos microorganismos podrían ser útiles en un sistema de control integrado de la enfermedad. Se debe tener en cuenta que en este estudio se utilizó una variedad de tomate susceptible a la marchitez bacteriana, lo cual indudablemente influye en los resultados obtenidos. Su potencial podría verse incrementado si fueran utilizados en un sistema de control que incluya una variedad moderadamente susceptible al patógeno que le brinde ventajas ecológico-competitivas, principalmente a aquellos antagonistas que vayan a ser introducidos en el campo, donde las condiciones son completamente diferentes a las de laboratorio o invernadero. Tanto en el campo como en el invernadero, las plantas y los antagonistas estuvieron expuestos a una elevada presión del inóculo, que sin duda influyó negativamente en sus respuestas de defensa y supresión, respectivamente. Esto plantea la necesidad de conocer con antelación la cantidad de inóculo presente en el campo antes de introducir antagonistas en las semillas o a través de otro medio, con el fin de introducir poblaciones de antagonistas que superen ampliamente las poblaciones del patógeno y puedan suprimirlo o desplazarlo de ese nicho ecológico.

En conclusión, las poblaciones de *P. solanacearum* fueron reducidas significativamente en las parcelas con enmiendas ocho meses después de la incorporación de estas últimas en el campo. El compost comercial utilizado en este estudio no redujo significativamente la incidencia y la severidad de la marchitez bacteriana en el campo; en invernadero, la severidad fue reducida significativamente en los sustratos enmendados; los tratamientos *G. occultum*, *P. cepacia*+*B. cereus* y *P. cepacia*+*B. cereus*+*G. occultum* mostraron una tendencia a reducir la incidencia y la severidad de la enfermedad en el campo. El antagonista *B. cereus* mostró la tendencia a reducir la severidad de la marchitez bacteriana en invernadero.

Agradecimientos

Se agradece el apoyo financiero suministrado por el Servicio Alemán de Intercambio Académico (DAAD) para la ejecución de esta investigación.

Literatura citada

- Adhikari, TB; Manandhar, JB; Hartman, GL. 1993. Characterisation of *Pseudomonas solanacearum* and evaluation of tomatoes in Nepal. In Hartman, GL; Hayward, AC. eds. Bacterial wilt. Proceedings of an International Symposium held at Kaohsiung, Taiwan, 28-31 October 1992. ACIAR Proceedings No. 45. p. 132-137.
- Buddenhagen, IW. 1986. Bacterial Wilt revisited. In Persley, GJ. ed. Bacterial wilt disease in Asia and The South Pacific; proceedings of an international workshop held at PCARRD, Los Baños, Philippines, 8-10 October 1985. ACIAR Proceedings No. 13. p. 126-143.
- Cubillo, D; Sanabria, G; Hilje, L. 1998. Evaluación de recipientes y mallas para el manejo de *Bemisia tabaci* mediante semilleros cubiertos, en tomate. Manejo Integrado de Plagas 51:29-35.
- Enfinger, JM; McCarter, SM; Jaworsky, CA. 1979. Evaluation of chemicals and application methods for control of bacterial wilt of tomato transplants. Phytopathology 69:637-640.
- Hartman, GL. 1991. Screening for bacterial wilt resistance in tomato: seedling response to *Pseudomonas solanacearum*. Bacterial Wilt Newsletter 7:1-2.
- _____; Hong, WF; Hanudin; Hayward, AC. 1993. Potential of biological and chemical control of bacterial wilt. In Hartman, GL; Hayward, AC. eds. Bacterial wilt. Proceedings of an international conference held at Kaohsiung, Taiwan, 28-31 October 1992. ACIAR Proceedings No. 45. p. 322-326.
- Hayward, AC. 1991. Biology and epidemiology of bacterial wilt caused by *Pseudomonas solanacearum*. Annual Review of Phytopathology 29:65-87.
- _____. 1994. The hosts of *Pseudomonas solanacearum*. In Hayward, AC; Hartman, GL. eds. Bacterial wilt, the disease and its causative agent, *Pseudomonas solanacearum*., Wallingford, UK, CAB International p. 9-24.
- Hernández Garboza, LR. 1997. Control biológico de la marchitez bacterial en tomate con el uso de enmiendas orgánicas. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 77 p.
- James, WC. 1983. Crop loss assessment. In Johnston, A; and Booth, C. Plant pathologist's pocketbook. 2 ed. Wales, UK, Commonwealth Agricultural Bureaux. p. 131-143.
- Jjemba, PK; Alexander, M. 1999. Possible determinants of rhizosphere competence of bacteria. Soil Biology & Biochemistry 31:623-632.
- Kass, DCL; Jiménez, M; Kaffman, JH.; Herrera-Reyes, C. 1995. Reference soils of the Turrialba valley and slopes of the Irazu volcano. Soil Brief Costa Rica 2. Turrialba, CR, CATIE, ISRIC. 26 p.
- Kempe, J; Sequeira, L. 1983. Biological control of bacterial wilt of potatoes: attempts to induce resistance by treating tubers with bacteria. Plant Disease 67: 499-503.
- Mao, W; Lewis, JA; Lumsden, RD; Hebbar, KP. 1998. Biocontrol of selected soilborne diseases of tomato and pepper plants. Crop Protection 17:535-542.
- Michel, VV; Wang, JF; Midmore, DJ; Hartman, GL. 1997. Effects of intercropping and soil amendment with urea and calcium oxide on the incidence of bacterial wilt of tomato and survival-borne *Pseudomonas solanacearum* in Taiwan. Plant Pathology 46:600-610.
- Michel, VV; Mew, TW. 1998. Effect of soil amendment on the survival of *Ralstonia solanacearum* in different soils. Phytopathology 88:300-305.
- Misaghi, IJ; Olsen, MW; Billotte, JM; Sonoda, RM. 1992. The importance of rhizobacterial mobility in biocontrol of bacterial wilt of tomato. Soil Biology & Biochemistry 24:287-293.
- Prior, P; Allen, C; Elphinstone, J. 1998. Bacterial wilt disease: molecular and ecological aspects, Berlin, DE, Springer Verlag.
- Ryder, MH; Yan, Z; Terrace, TE; Rovira, AD; Tang, W; Correll, RL. 1999. Use of strains of *Bacillus* isolated in China to suppress take-all and rhizoctonia root rot, and promote seedling growth of glasshouse-grown wheat in Australian soils. Soil Biology and Biochemistry 31:19-29.
- Sasaki, S; Alvarado, MA; Kam, AL. 1994. Manual del curso básico de agricultura orgánica. Alajuela, CR. Universidad de Costa Rica. 30 p.
- Sood, AK; Kalha, CS; Parashar, A. 1998. Ecofriendly methods for the management of bacterial wilt of tomato caused by *Ralstonia solanacearum*. Bacterial Wilt Newsletter 15.
- Trigalet, A; Trigalet-Demery, D; Feuillade, R. 1998. Aggressiveness of French isolates of *Ralstonia solanacearum* and their potential use in biocontrol. Bulletin OEPP/EPPO Bulletin 28:101-107.

Factores que influyen en la abundancia de *Steneotarsonemus spinki* en arroz, en Cuba

Ileana Miranda Cabrera¹
Mayra Ramos L.²
Basilía M. Fernández³

RESUMEN. Se presentan las condiciones climáticas y demás factores del agroecosistema que favorecen un cambio en la fluctuación de la población de *Steneotarsonemus spinki* Smiley (Acari: Tarsonemidae). Las temperaturas entre 25,5 y 27,5°C, y la humedad de 83,8 hasta 89,5%, favorecen la proliferación del fitófago. El bajo nivel de depredación influye en la aparición de picos poblacionales que se acrecientan en las fases de inflorescencia y de apertura de la panícula y cosecha.

Palabras clave: *Steneotarsonemus spinki*, condiciones climáticas, ácaros.

ABSTRACT. Factors influencing *Steneotarsonemus spinki* proliferation in rice, in Cuba. Research was performed to present the climate conditions and other ecosystem factors favoring the growth of *Steneotarsonemus spinki* Smiley (Acari: Tarsonemidae). Temperatures between 25.5 and 27.5 °C, and humidity of 83.8 to 89.5%, promote the proliferation of this pest. The highest incidence of the pest appeared when the predator level was down, these peaks were increased in the phases of inflorescence and opening (panicle).

Key words: *Steneotarsonemus spinki*, rice, climate conditions, mites.

Introducción

El ácaro *Steneotarsonemus spinki* Smiley (Acari: Tarsonemidae) fue identificado por primera vez en Cuba en 1998 (Ramos y Rodríguez 1998) y, hasta la fecha, es considerado como la plaga de mayor importancia económica en el cultivo del arroz. Este fitoácaro ha sido identificado en Asia (Chino 1999) y Cuba (Almaguel *et al.* 2000, Ramos y Rodríguez 2001) como el agente causal de altos niveles de vaneado del grano y disminución de los rendimientos.

Desde 1985, *S. spinki* ha sido considerado como plaga de toda Asia tropical (Ramos y Rodríguez 2001); lo cual ha contribuido al desarrollo de estudios acerca de la distribución de *S. spinki* (Cabrera *et al.*, en prensa) y al establecimiento de un programa regional de combate integrado con alternativas químicas y biológicas (Reissig *et al.* 1985).

En Cuba, los estudios biológicos y ecológicos han estado dirigidos al conocimiento del ciclo de desarro-

llo y al análisis del hábitat preferencial del fitófago (Almaguel *et al.* 2000).

Hasta el momento, no se han descrito las condiciones climáticas y ecológicas que favorecen el crecimiento de estas poblaciones, lo cual resultaría de inestimable valor en la determinación del momento adecuado para el monitoreo y la elaboración del programa de manejo integrado de la plaga.

Por ello, este trabajo tiene como objetivo determinar los componentes ambientales que originan un cambio en el sentido del crecimiento de la densidad poblacional de *S. spinki* var. 'Perla de Cuba'.

Materiales y métodos

El muestreo se inició a los 21 días después de la germinación de las semillas de arroz (*Oryza sativa* Linn) de la variedad 'Perla de Cuba' (progenitores desconocidos). El estudio se realizó en un campo de 0,5 ha;

¹ Grupo Computación y Gestión de la Información, Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria (CENSA), Apartado 10, San José de las Lajas, La Habana, Cuba. ileanam@censa.edu.cu

² Centro Nacional de Seguridad Biológica, Miramar, Playa. Ciudad Habana, Cuba. cnsb@ama.cu

³ Grupo Plagas Agrícolas, Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria, (CENSA), Apartado 10, San José de las Lajas, La Habana, Cuba.

con suelo de tipo Cambisol (Euthricambisol), el cual se mantuvo en condiciones de secano; el riego dependió de las precipitaciones.

Cada semana, se tomaron 15 plantas al azar; se seleccionó la población de las vainas dos y tres, consideradas por Ramos y Rodríguez (1998) como hábitat preferencial de la plaga. Se contó la población total de *S. spinki* y de los ácaros depredadores presentes en el área. Se tomaron los datos climáticos de temperatura media, humedad relativa media y precipitaciones acumuladas hasta el momento del muestreo. Además, se consideró la fenología del cultivo.

Se realizó un análisis de componentes principales, con el fin de extraer los factores del ecosistema que explican mejor las variaciones en el crecimiento de la plaga. Para ello, se empleó el procedimiento Factor Analysis del paquete estadístico STATISTICA 5.1.

Para un nivel de significación de un 5%, se calcularon el intervalo de confianza en el que fluctuó la densidad del fitófago, la densidad de los depredadores y las condiciones ambientales. Se identificaron los muestreos que sobrepasan el límite poblacional superior y las condiciones que originan este ascenso poblacional.

Resultados y discusión

Aun cuando la fase fenológica del cultivo ha sido referida como el único factor que influye en los cambios en el crecimiento de la población de *S. spinki* (Ramos y Rodríguez 2001), no se puede descartar la influencia de los factores climáticos. El clima determina la selección del momento de siembra del arroz y, por consiguiente, el momento en que ocurre cada fase fenológica.

El análisis de los componentes principales evidenció que la fase fenológica, las temperaturas y la

cantidad de depredadores causan un 42,8% de las fluctuaciones ocurridas en la densidad de la población de *S. spinki*. Estos factores aparecen como significativos en el primer componente principal. Asimismo, se debe señalar que las precipitaciones aparecen como la segunda variable climática de mayor influencia en las variaciones poblacionales del agroecosistema en estudio (Cuadro 1).

Al representar los valores de las componentes en el espacio, se mostró el grado de asociación de los muestreos 7 y 11 muy cercano al muestreo 8, para el cual no ocurren cambios en el sentido del crecimiento (Fig. 1). Las condiciones de los muestreos 7 y 11 son similares, con temperaturas medias de aproximadamente 26°C, humedad relativa superior al 80% y precipitaciones acumuladas por encima de los 100 mm, unidas a un bajo nivel de depredación (Cuadro 2), lo que produce un aumento en el nivel poblacional de *S. spinki* y reafirma que en Cuba esta plaga ha encontrado condiciones climáticas y varietales favorables (Ramos y Rodríguez 2001).

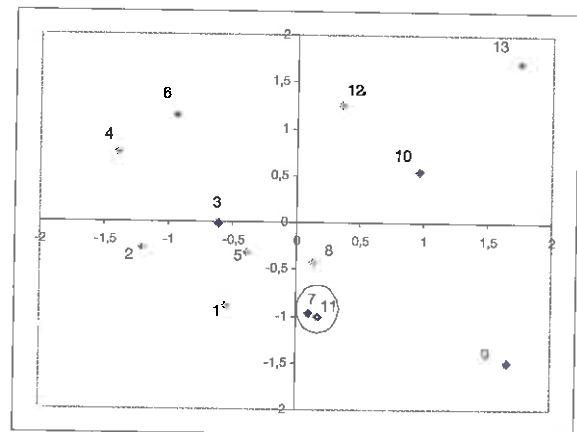


Figura 1. Grado de asociación entre los muestreos, según características climáticas, nivel de depredación y fase fenológica del cultivo.

Cuadro 1. Correlación de las componentes principales con las variables originales en el análisis de la fluctuación poblacional de *S. spinki* en arroz, Cuba.

Variables originales	Componente		
	1	2	3
Temperatura	-0,79057511	0,26623828	0,22817948
Humedad Relativa	0,61765585	-0,51217764	-0,41138981
Precipitaciones	0,10247092	-0,85074704	0,47338326
Phytoseiidae	0,71369593	0,62416264	0,06047281
Fase Fenológica	0,78599277	0,21443629	0,43616574
Varianza explicada	2,14415456	1,49254121	0,63929667
Proporción Total	0,42883091	0,29850824	0,12785933

Cuadro 2. Condiciones climáticas de los muestreos donde ocurre un crecimiento poblacional de *S. spinki*.

Muestreo	Temperatura	Humedad	Precipitaciones	Población total <i>S. spinki</i>	Población total Phytoseiidae
7	26,44°C	86,28%	118,4 mm	1422	4
11	26,52°C	84,71%	161,4 mm	4498	6

El intervalo de confianza para la densidad poblacional de *S. spinki* tuvo como límite inferior 554,84 y como límite superior 2330,39. Los primeros 6 muestreos tienen una población por debajo del límite inferior, lo cual demuestra que en las primeras fases fenológicas del cultivo (macollamiento y cambio de primordio) no están dadas las condiciones para la aparición de la plaga, la cual alcanza su mayor incremento en las fases de inflorescencia (muestreos 6, 7 y 8) y de apertura de la panícula-cosecha (muestreos del 9 al 13) (Fig. 2a).

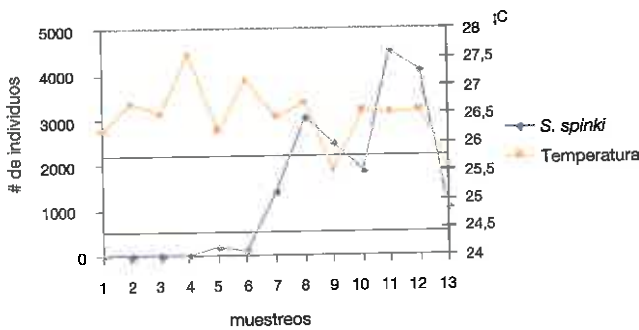


Figura 2a. Fluctuación de la densidad de *S. spinki* y la temperatura media en los muestreos realizados.

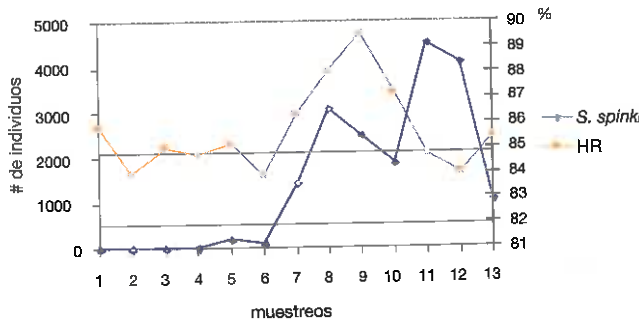


Figura 2b. Fluctuación de la densidad de *S. spinki* y la humedad relativa media en los muestreos realizados.

En el crecimiento de *S. spinki*, al igual que en el de otros ácaros poiquiloterms, intervienen los factores climáticos (Ramos 1999). Por ello, aunque Ramos y Rodríguez (2001) demostraron la relación directa del crecimiento poblacional con la fase fenológica del cultivo, no se puede descartar la intervención del clima en el desarrollo del fitoácaro.

La densidad poblacional de *S. spinki* en los muestreos 8, 9, 11 y 12 sobrepasan el límite superior (Fig. 2a). Las condiciones que favorecen estos picos poblacionales son, en primer lugar, que el cultivo pasa de la fase de inflorescencia a la apertura de la panícula-cosecha. En segundo lugar, la temperatura y la humedad del período del monitoreo no son muy variables (temperaturas entre 25,5 y 27,5°C, humedad de 83,8 hasta 89,5%) (Figs. 2a y 2b), y se mantiene un clima cálido y húmedo que favorece el crecimiento de la plaga.

En el muestreo 11 se dan las precipitaciones acumuladas más altas del período evaluado (Fig. 2c), provocando que los fitoseidos, como depredadores generalistas, busquen otro hábitat, disminuyendo así su nivel poblacional en el cultivo (Fig. 2d). Ello conduce a un incremento de la plaga que sobrepasa la densidad encontrada en los muestreos anteriores. Además, en este muestreo, como en el 7, se presentan condiciones climáticas favorables al incremento de *S. spinki*.

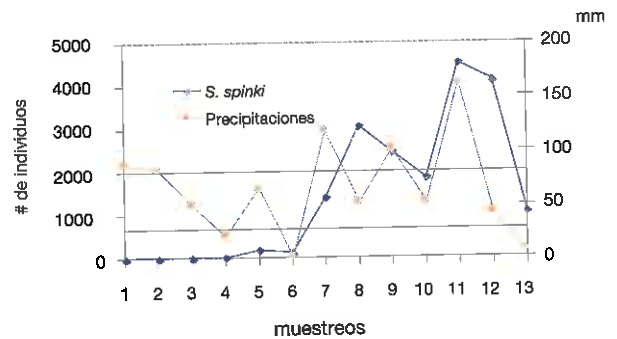


Figura 2c. Fluctuación de la densidad de *S. spinki* y la precipitación acumulada en los muestreos realizados.

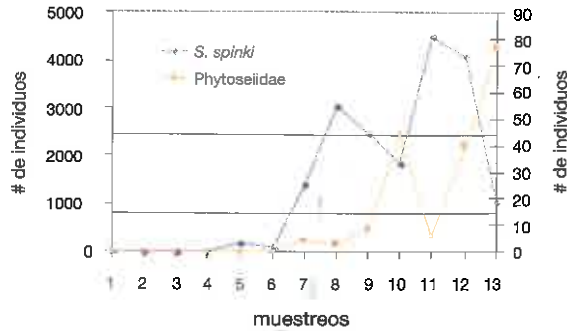


Figura 2d. Fluctuación de la densidad de *S. spinki* y el total de fitoseidos en los muestreos realizados.

En el muestreo 8 en particular el nivel de fitoseidos es bajo; solo están presentes 4 ácaros depredadores (tres *Neoseiulus paspalivorus* y un *N. baraki*), lo que influye en que el nivel de la plaga se eleve por encima de los 2000 individuos entre huevos, larvas, ninfas y adultos. En el muestreo 9 aumenta muy poco el nivel de fitoseidos, y aparece también el depredador *N. paraibensis*, pero solo se logra una disminución ligera de la población de *S. spinki*, que sigue por encima del límite superior (Fig. 2d).

En el muestreo 12 hay un aumento considerable del número de depredadores; no obstante, los niveles del fitófago no disminuyen hasta la semana siguiente, sin llegar a desaparecer. Esto puede deberse a que *S. spinki* es específico del cultivo del arroz (Tseng 1985),

y los depredadores generalistas como los fitoseidos, sin previa liberación en campo, no logran disminuir los niveles de su presa.

Lo anterior demuestra que la temperatura, precipitaciones, fase fenológica del cultivo e interacción presa-depredador son factores esenciales para determinar el grado y sentido del crecimiento de la población de *S. spinki* en arroz var. 'Perla de Cuba' y que el clima cálido y húmedo favorece el incremento de la plaga.

Literatura citada

- Almaguel, L; Hernández, J; De la Torre, P; Santos, A; Cabrera, RI; García, A; Rivero, LE.; Báez, L; Cáceres, I; Ginarte, A. 2000. Evaluación del comportamiento del ácaro *Steneotarsonemus spinki* (Acari: Tarsonemidae) en los estudios de regionalización desarrollados en Cuba. Fitosanidad 4(1-2):15-19
- Chino, J. 1999. Problemas agrícolas del ácaro en Taiwan que requiere los estudios adicionales. Entomol. Pub. Especial 12:121-135.
- Ramos, M; Rodríguez, H. 1998. *Steneotarsonemus spinki* (Acari: Tarsonemidae): Nuevo informe para Cuba. Revista de Protección Vegetal 13(1): 25-28.
- Ramos, M. 1999. Curso de Acarología General. Notas del autor. CENSA. s.p.
- Ramos, M; Rodríguez, H. 2001. Aspectos biológicos y ecológicos de *Steneotarsonemus spinki* en arroz, en Cuba. Manejo Integrado de Plagas 61:48-52.
- Reissig, WH; Heinrichs, EA; Litsinger, JA; Moody, K; Fiedler, L; Mew, TW; Barrow, AT. 1985. Rice panicle mite. In Illustrated guide to the integrated pest management in rice in tropical Asia. Los Baños, PH, IRRI. P. 227-232.
- Tseng, YH. 1985. Mites associated with weeds, paddy rice and upland rice fields in Taiwan. Acarology VI (2):770-780.

Compatibilidad de *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* con Nimkol-L[®] para el combate de *Heterotermes tenuis*

Enrique Castiglioni¹
José Djair Vendramim²
Sérgio Batista Alves²

RESUMEN. Se evaluó la compatibilidad del Nimkol-L[®], formulación comercial de extracto acuoso de hojas de nim (*Azadirachta indica*), con las cepas 1037 de *Metarhizium anisopliae* y 634 de *Beauveria bassiana*, *in vitro*. Se realizaron dos ensayos para evaluar el efecto del Nimkol-L[®] sobre el crecimiento vegetativo y la producción de conidios de los hongos entomopatógenos. En el primero, el producto fue incorporado en medio de cultivo sólido (PDA), en placas de Petri, en las concentraciones de 0; 0,74; 1,84; 3,68 y 18,4% i.a. En el segundo, el producto fue aplicado en la superficie del medio PDA contenido en las placas, en las concentraciones de 0; 0,2; 0,5; 1 y 5% i.a. Con base en las variables estudiadas, el Nimkol-L[®] fue caracterizado aplicando el modelo T de clasificación de productos. Se evaluó también el efecto del Nimkol-L[®] sobre la germinación de los conidios. El Nimkol-L[®] fue compatible con *M. anisopliae* (1037) hasta 1% i.a. y con *B. bassiana* (634) hasta 1,84% i.a. Entre 0,2 y 1% i.a., el Nimkol-L[®] no inhibió significativamente la germinación de los conidios. En concentraciones de 5% i.a. o mayores, el Nimkol-L[®] afectó significativamente todas las variables estudiadas, para ambas cepas.

Palabras clave: Extractos vegetales, nim, hongos entomopatógenos, interferencia.

ABSTRACT. Compatibility between *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* with Nimkol-L[®] in the control of *Heterotermes tenuis*. The compatibility of Nimkol-L[®], a commercial formula of neem leaves aqueous extract (*Azadirachta indica*), with strain 1037 of *Metarhizium anisopliae* and strain 634 of *Beauveria bassiana*, was tested *in vitro*. Two experiments were developed for testing the effect of Nimkol-L[®] on vegetative growth and conidia production of entomopathogenic fungi. In the first one, the product was incorporated on a solid culture media (PDA), in Petri dishes, at concentrations of 0, 0.74, 1.84, 3.68, and 18.4% a.i. In the second experiment, the product was applied on the surface of PDA media within the dishes, at concentrations of 0, 1.2, 0.5, 1 and 5% a.i. Based on the variables studied, Nimkol-L[®] was characterized according to the T model for product classification. The effect of Nimkol-L[®] on the germination of conidia was also measured. Nimkol-L[®] was compatible with *M. anisopliae* (1037) up to 1% a.i., and with *B. Bassiana* (634) up to 1.84% a.i. The germination of conidia was not significantly inhibited by Nimkol-L[®], between 0.2 and 1% a.i. At concentrations equal or higher than 5% a.i., Nimkol-L[®] significantly affected all the variables measured in both strains.

Key words: Botanical extracts, neem, entomopathogenic fungi, interference.

Introducción

La termita subterránea *Heterotermes tenuis* es una de las plagas más importantes de la caña de azúcar en el Estado de São Paulo, Brasil. Pizano (1995) indica que esta plaga se encuentra diseminada en el Brasil, oca-

sionando daños en aquel cultivo. Las termitas atacan las socas recién plantadas, dañando las yemas y provocando, como consecuencia, fallas en la implantación. En la planta adulta no existe un método económico y

¹ Facultad de Agronomía, E.E.M.A.C., Ruta 3 km 363, CP 60.000, Paysandú, Uruguay. bbcast@fagro.edu.uy

² Depto. Entomología, Fitopatología e Zoología Agrícola - ESALQ/USP, C.P. 9 - CEP: 13418-900 - Piracicaba, SP, Brasil. jdvendra@esalq.usp.br

eficiente de control, siendo los perjuicios, en estos casos, todavía mayores por la pérdida de peso y reducción drástica del rebrote.

Los productos más eficientes para el control de termitas subterráneas permanecen activos en el suelo por períodos prolongados. Sin embargo, después de la prohibición del uso de organoclorados, se están investigando nuevos productos y estrategias (Macedo *et al.* 1995). Según estos autores, los nuevos productos y el empleo de trampas artificiales están gradualmente substituyendo los relevamientos convencionales, aumentando la eficiencia y la practicidad del control y disminuyendo los costos.

El control asociado de termitas, con la utilización simultánea de uno o más métodos de combate, es una alternativa que está siendo explorada en la actualidad. Los productos fitosanitarios pueden mejorar su efecto si son utilizados simultáneamente con hongos entomopatógenos, contribuyendo a incrementar la eficiencia del combate (Moino Júnior 1998).

La acción estresante de ciertos compuestos puede afectar la resistencia del comportamiento observada naturalmente en las termitas, alterando sus hábitos de limpieza. El producto puede actuar de forma sinérgica, permitiendo que una mayor cantidad de conidios pueda germinar e iniciar el proceso de la enfermedad, como fue constatado por Moino Júnior (1998) para imidacloprid y *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae*, en estudios con *H. tenuis*.

En pruebas de laboratorio, se verificó la eficacia de control de Nimkol-L® (extracto acuoso comercial de hojas de nim a 10%) sobre *H. tenuis*, el cual logró una mortalidad superior al 80% a los tres días, con 0,5 a 1% de ingrediente activo (Castiglioni y Vendramin 2003). La acción de este producto sobre *H. tenuis*, solo y en asociación con *B. bassiana* y *M. anisopliae*, fue verificada en ensayos de laboratorio y en trampas de cartón en pruebas de campo (Castiglioni *et al.* En preparación).

La acción de los productos fitosanitarios sobre los entomopatógenos puede variar en función de la especie y la raza del patógeno, de la naturaleza química de los productos y de las concentraciones utilizadas. Estos productos pueden actuar inhibiendo el crecimiento vegetativo, la conidiogénesis y la esporulación de los microorganismos, así como causar mutaciones genéticas, factores que pueden llevar a la disminución de

la virulencia de una plaga determinada (Alves *et al.* 1998). El uso combinado de trampas atrayentes con patógenos para intensificar el contacto de la plaga con las toxinas, y garantizar el efecto de control, es recomendado por algunos autores, según Martius (1998).

La estrategia de control de *H. tenuis* por medio de trampas de cartón impregnadas con insecticidas y hongos entomopatógenos debe considerar los posibles efectos fungitóxicos de los productos que se utilizarán (Moino Júnior 1998).

Según Alves *et al.* (1998), faltan informaciones relativas a las interacciones entre entomopatógenos y agroquímicos en condiciones de campo. Sin embargo, como los estudios *in vitro* exponen al máximo el microorganismo a la acción del producto químico, brindan confiabilidad sobre los resultados de selectividad.

Así, el objetivo de este trabajo fue evaluar la compatibilidad *in vitro* del Nimkol-L®, formulación de extracto de hojas de nim, con los hongos entomopatógenos *B. bassiana* y *M. anisopliae*, para su uso en trampas para el control de termitas.

Materiales y métodos

Los experimentos fueron realizados en el Laboratorio de Patología de Insectos del Departamento de Entomología, Fitopatología e Zoología Agrícola de la Escuela Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Brasil.

Se utilizaron las cepas 634 de *B. bassiana* y 1037 de *M. anisopliae*, producidas en placas de Petri con medio de cultivo específico para esporulación MC³, a partir del material almacenado en el banco de patógenos del Laboratorio.

El producto comercial evaluado fue Nimkol-L®, extracto acuoso de hojas de nim (*Azadirachta indica*) en formulación líquida, a 10% de concentración de material vegetal, sin especificación de ingredientes activos (suministrado por Quinabra, Química Natural Brasileira Ltda., Brasil). La recomendación para dosis de campo es una dilución de 1/10 en agua.

Crecimiento de colonias y producción de conidios

Se llevaron a cabo dos experimentos de compatibilidad del Nimkol-L® con los entomopatógenos. En el primero, el producto fue adicionado al medio de cultivo papa-dextrosa-agar (PDA) todavía líquido, a una temperatura próxima a los 40°C. Las concentraciones

³ Composición del medio MC: fosfato de potasio: 0,36 g; fosfato de sodio: 1,05 g; sulfato de magnesio: 0,60 g; cloruro de potasio: 1,00 g; glucosa: 10,00 g; nitrato de sodio: 1,58 g; extracto de levadura: 5,00 g; agar: 20,00 g; agua destilada: 1000,00 ml.

evaluadas fueron 0; 0,74; 1,84; 3,68 y 18,4% de i.a., equivalentes a 0, 740, 1 840, 3 680 y 18 400 ppm, respectivamente. Posteriormente, el medio fue vertido en placas de Petri. Después de la solidificación del medio con el producto, los entomopatógenos fueron inoculados con alza de platina en tres puntos por placa, en tres placas por tratamiento, en cámara de flujo laminar. En el segundo experimento, las concentraciones evaluadas fueron 0; 0,2; 0,5; 1 y 5% de i.a., equivalentes a 0, 200, 500, 1 000 y 5 000 ppm, respectivamente. Para cada tratamiento, se vertió 1 ml del producto sobre la superficie del medio de cultivo en las placas. Una vez seca la superficie, se procedió a la inoculación de los entomopatógenos, de idéntica forma que en el primer experimento. Los diferentes rangos de concentraciones empleados en el medio de cultivo de los ensayos respondieron a dos hipótesis de contacto de los insectos con el producto. En la hipótesis de menor contacto, se estimó la concentración en la superficie del sustrato. En la hipótesis de mayor contacto, se estimó la mayor cantidad de producto que los insectos podrían contactar, una vez calculada la absorción del mismo en el cartón de las trampas.

Después de la inoculación, las placas fueron mantenidas a $26 \pm 0,5^\circ\text{C}$, humedad relativa de $70 \pm 5\%$, y fotofase de 12 h, por un período de cinco días en el primer experimento, y de seis días en el segundo. Al término de estos períodos, se midió el diámetro medio de las colonias y se contaron los conidios producidos por colonia, en cámara de Neubauer (Alves *et al.* 1998). Para esto, las colonias fueron recortadas del medio de cultivo con un sacabocados y colocadas en tubos de vidrio de 9,0 cm x 3,0 cm, en los cuales fueron hechas las disoluciones necesarias en agua destilada estéril con Tween® 80 (concentración 80%, 0,01% v/v). Se procedió a la agitación en agitador de tubos, marca Marconi, modelo 162, y agitador de ultrasonido modelo 450 (E/MC Corp. RAI Research Division) y se utilizó un pincel para el desprendimiento completo y la suspensión de los conidios.

Clasificación de la toxicidad del Nimkol-L® para los hongos entomopatógenos

Para clasificar la compatibilidad del producto con los entomopatógenos, se utilizó el modelo T (Alves *et al.* 1998), desarrollado para caracterizar la compatibilidad de hongos entomopatógenos con productos insecticidas en estudios *in vitro*, en medio de cultivo sólido. Para ello, se calcularon los valores porcentuales

promedio de esporulación y crecimiento vegetativo de las colonias de los hongos con relación al testigo (100%), aplicándose enseguida, para cada concentración del producto, la siguiente fórmula:

$$T = [20(CV) + 80(ESP)]/100$$

Donde:

T = valor corregido del crecimiento vegetativo y esporulación para clasificación del producto;

CV = porcentaje de crecimiento vegetativo relativo al testigo;

ESP = porcentaje de esporulación relativo al testigo;

Germinación de conidios

Considerando la importancia de la germinación de los conidios de los entomopatógenos para la contaminación eficiente de los insectos, se evaluó el efecto negativo del Nimkol-L® sobre este proceso, utilizando metodología similar a la del estudio de Neves *et al.* (2001).

Para evaluar el efecto en la germinación de los conidios, se prepararon disoluciones del producto en las concentraciones de 0; 0,2; 0,5; 1 y 5% de i.a., en agua destilada estéril con 0,01% de Tween® 80 (concentración 80%). Conidios de las cepas de *B. bassiana* (634) y *M. anisopliae* (1037) fueron adicionados a las disoluciones de Nimkol-L®, y se procedió a su agitación. Una hora después, partes alícuotas de 0,1 ml de cada concentración fueron extendidas en placas de Petri con alza de Drigalsky en la superficie de medio agua-agar a 2%. Las placas fueron mantenidas a $26 \pm 0,5^\circ\text{C}$, humedad relativa de $70 \pm 5\%$, y fotofase de 12 h, por 24 h. Después de ese período, se evaluó el porcentaje de conidios germinados, contando al azar, cuatro veces, 100 conidios por tratamiento.

Los experimentos fueron dispuestos en diseño completamente al azar; posteriormente, se analizaron los resultados por regresión polinomial, para obtener las ecuaciones de mejor ajuste.

Resultados y discusión

Crecimiento de colonias y producción de conidios

Los estudios de compatibilidad indicaron que el efecto del Nimkol-L® sobre el crecimiento vegetativo de los hongos *B. bassiana* y *M. anisopliae* fue dependiente de la concentración.

Cuando el producto fue incorporado al medio de cultivo para los hongos, el crecimiento de las colonias

no fue significativamente afectado en la menor concentración evaluada (0,74% i.a.). Con el aumento de la concentración, el crecimiento vegetativo de los entomopatógenos fue menor, hasta la total inhibición en la mayor concentración evaluada (18,4% i.a.) (Fig. 1). La inhibición completa de los hongos indica el alto poder fungicida del Nimkol-L® en esa concentración.

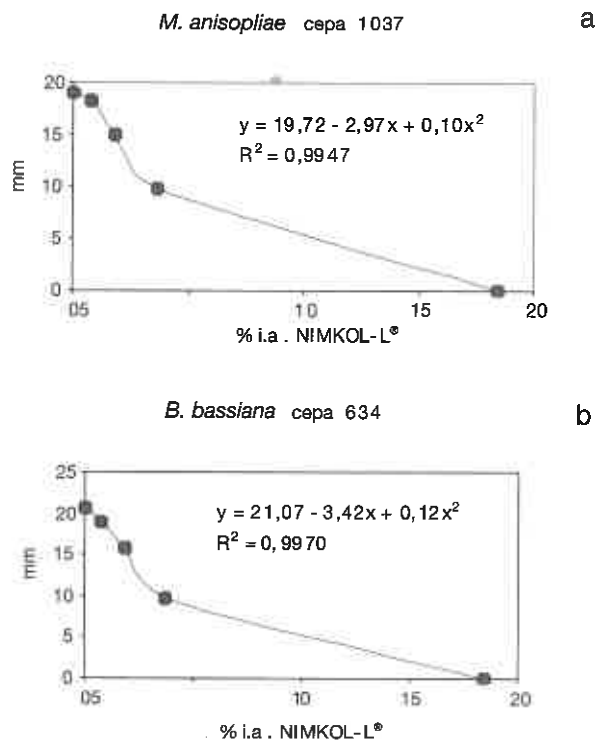


Figura 1. Diámetro (mm) de las colonias de *B. bassiana* (634) y *M. anisopliae* (1037), cinco d.p.i., en diferentes concentraciones de Nimkol-L® adicionado al medio de cultivo PDA (26 ± 0,5°C, HR 70 ± 5, fotofase 12 h).

Cuando el producto fue adicionado en la superficie del medio de cultivo, las concentraciones evaluadas fueron menores y, por lo tanto, el efecto negativo sobre el crecimiento vegetativo fue también menor (Fig. 2).

Para las dos cepas evaluadas en ambos métodos de contacto con el producto, hubo respuesta negativa en función de la concentración del Nimkol-L®, como lo indican las ecuaciones de regresión. El efecto inhibitorio en el crecimiento de las colonias fue mayor cuando el producto fue incorporado al medio de cultivo, en función del contacto de los hongos con una mayor cantidad de Nimkol-L®.

El Nimkol-L® afectó negativamente la conidiogénesis de ambas cepas evaluadas. El efecto fue evidente cuando el producto se incorporó al medio de culti-

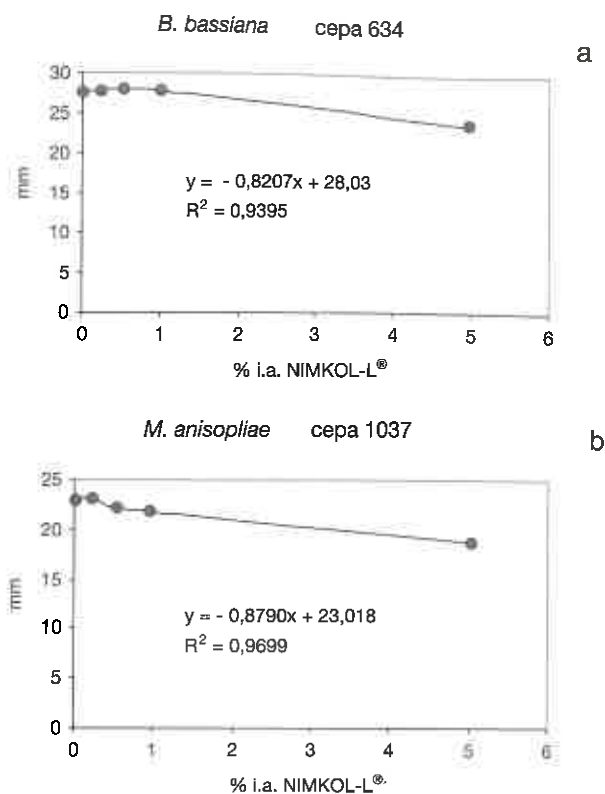


Figura 2. Diámetro (mm) de las colonias de *B. bassiana* (634) y *M. anisopliae* (1037), seis d.p.i., en diferentes concentraciones de Nimkol-L® adicionado en la superficie del medio de cultivo PDA (26 ± 0,5°C, HR 70 ± 5, fotofase de 12 h).

vo para los hongos. Las ecuaciones de regresión polinomial de segundo grado no presentaron buen ajuste con las curvas de inhibición encontradas, y se encontró un mejor ajuste con ecuaciones logarítmicas. La acción inhibitoria del Nimkol-L® fue alta en la concentración de 3,68% de i.a. y total en la concentración de 18,4% de i.a., para ambas cepas (Fig. 3).

Cuando el extracto fue adicionado a la superficie del medio de cultivo y los entomopatógenos estuvieron en contacto con una menor concentración del producto, la acción negativa sobre la producción de conidios fue menor (Fig. 4). La ecuación de regresión de segundo grado presentó buen ajuste tanto para *M. anisopliae* como para *B. bassiana*. Del análisis gráfico de las curvas de respuesta, puede observarse una tendencia a una mayor acción inhibitoria del Nimkol-L® sobre la cepa 1037 de *M. anisopliae* que sobre la cepa 634 de *B. bassiana*.

En ensayos de laboratorio, Aguda *et al.* (1986) determinaron reducción en la producción de conidios de *M. anisopliae* en contacto con aceite de nim en concentraciones de 5% o superiores. El aceite de nim es usado, en aplicaciones de campo o invernáculo, en

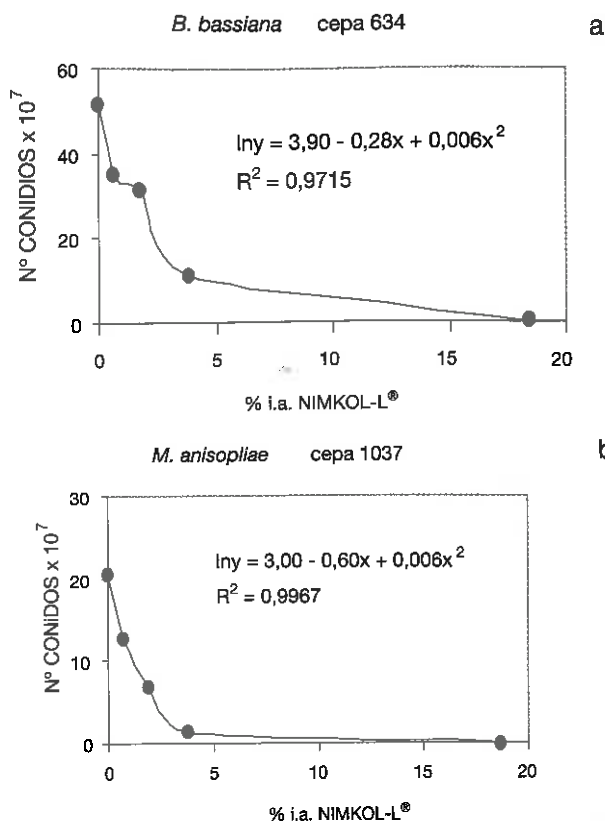


Figura 3. Conidios por colonia ($\times 10^7$) de *B. bassiana* (634) y *M. anisopliae* (1037), cinco d.p.i., en diferentes concentraciones de Nimkol-L® adicionado al medio de cultivo PDA ($26 \pm 0,5^\circ\text{C}$, HR 70 ± 5 , fotofase de 12 h).

concentraciones de entre 0,5 y 2% (Schmutterer 1997). Vyas *et al.* (1992), por otro lado, no detectaron efectos negativos del extracto comercial de nim Nemark (derivado del aceite de nim, con 0,4 -0,5% de azadiractina) sobre el crecimiento de *M. anisopliae* var. *anisopliae* y *B. browniartii*.

Clasificación de la toxicidad de Nimkol-L® para los hongos entomopatógenos

La clasificación del Nimkol-L® en relación con su compatibilidad con las cepas dependió de la concentración del producto, de acuerdo con el modelo T (Cuadro 1).

Independientemente del método de incorporación del Nimkol-L® al medio de cultivo, la compatibilidad del producto con las cepas evaluadas disminuyó con el aumento de la concentración.

Hasta la concentración de 1% de i.a. (1 000 ppm), el producto fue compatible con ambas cepas. Sin embargo, el Nimkol-L® presentó mayor compatibilidad con la cepa 634 de *B. bassiana* que con la cepa 1037 de *M. anisopliae*, siendo compatible con la primera en

concentración de hasta 1,84% de i.a. (1 840 ppm). De esta forma, la cepa 1037 de *M. anisopliae* fue más sensible a la acción tóxica del Nimkol-L®.

Los presentes resultados difieren de los relatados por Hirose *et al.* (2001), quienes estudiaron el efecto *in vitro* del aceite de nim, en concentración de 2%, sobre las cepas CG 252 de *B. bassiana* (Embrapa - Cenargen) y CB 38 de *M. anisopliae* (Instituto Biológico de Campinas). Los autores constataron menor diámetro de las colonias y menor producción de conidios de *B. bassiana* CG 252 (-36,62% y -84,93%, respectivamente) que de *M. anisopliae* CB 38 (-36,87% y -54,35%, respectivamente).

Con respecto a la inhibición *in vitro* de esos entomopatógenos con seis fungicidas, Tedders (1981) indicó que el azufre y el zineb no inhibieron el crecimiento de las colonias de *B. bassiana* en todas las concentraciones probadas, e inhibieron el crecimiento de *M. anisopliae* en la mayor concentración. Por el contrario, el benomil inhibió más el crecimiento de *B. bassiana* que de *M. anisopliae*.

Los resultados subrayan la importancia de evaluar la compatibilidad de los productos en forma conjunta,

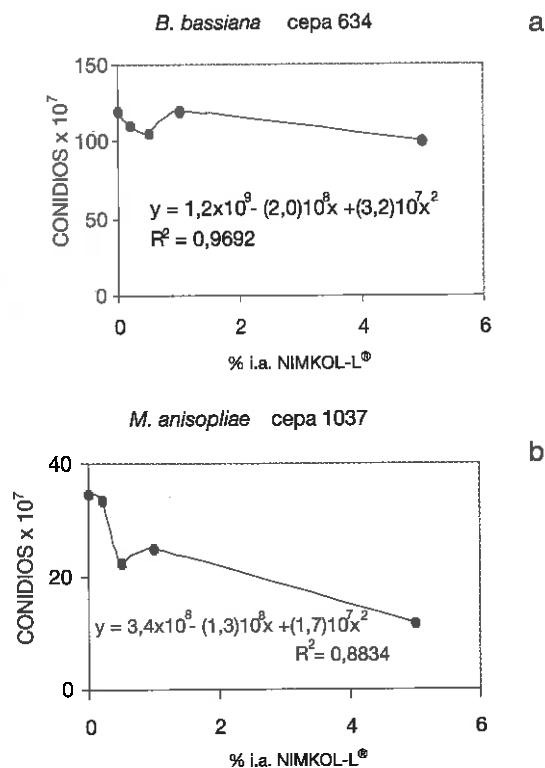


Figura 4. Conidios por colonia de *B. bassiana* (634) y *M. anisopliae* (1037), seis d.p.i., en diferentes concentraciones de Nimkol-L® adicionado en la superficie del medio de cultivo PDA ($26 \pm 0,5^\circ\text{C}$, HR 70 ± 5 , fotofase de 12 h).

Cuadro 1. Clasificación de la compatibilidad del Nimkol-L[®] con *B. bassiana* (634) y *M. anisopliae* (1037) en las concentraciones utilizadas.

Modelo T para clasificación del Nimkol-L [®] , incorporado al promedio PDA					
(% i.a.)	(ppm)	<i>M. anisopliae</i> 1037		<i>B. bassiana</i> 634	
		T	Clasificación	T	Clasificación
0	0	100,0	-	100,0	-
0,74	740	67,8 ¹	C ²	71,8	C
1,84	1 840	43,3	T	64,0	C
3,68	3 680	15,8	MT	27,9	MT
18,4	18 400	0,0	MT	0,0	MT

Modelo T para clasificación del Nimkol-L [®] , adicionado al promedio PDA					
(% i.a.)	(ppm)	<i>M. anisopliae</i> 1037		<i>B. bassiana</i> 634	
		T	Clasificación	T	Clasificación
0	0	100,0	-	100,0	-
0,2	200	97,6	C	97,6	C
0,5	500	71,2	C	72,2	C
1	1 000	76,5	C	77,9	C
5	5 000	43,6	T	44,7	T

¹ Modelo T

² C = compatible; T = tóxico; MT = muy tóxico.

ya que puede variar en función de la especie y cepa del entomopatógeno utilizado, así como del ingrediente activo y la formulación del plaguicida.

Germinación de conidios

El Nimkol-L[®] afectó la germinación de los conidios de ambas cepas sólo en la máxima concentración evaluada (5% i.a.). Los conidios germinaron de forma similar en contacto con agua destilada y con las concentraciones menores (0,2 a 1% i.a.) del producto (Fig. 5).

Los resultados de inhibición de la germinación de los conidios concuerdan con los resultados de crecimiento de colonias y número de conidios por colonia,

los cuales evidenciaron una inhibición del crecimiento de los entomopatógenos cuando la mayor concentración del producto fue incorporada en el medio de cultivo donde los hongos fueron inoculados (Figs. 1 y 3). Sin embargo, la concentración utilizada en esta situación fue superior (18,4%). El efecto inhibitorio del Nimkol-L[®] sobre la germinación de los conidios, en la concentración de 5% i.a., fue mayor que su efecto negativo sobre el crecimiento vegetativo y la conidiogénesis cuando el producto fue adicionado en esa concentración en la superficie del medio de cultivo sólido.

La acción fungicida de extractos y derivados de nim ha sido indicada para hongos fitopatógenos

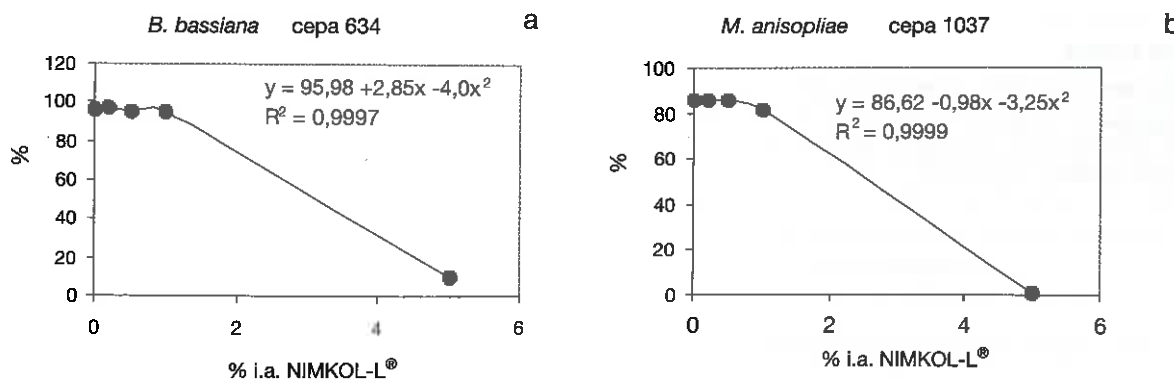


Figura 5. Germinación (%) de conidios de *B. bassiana* (634) y *M. anisopliae* (1037), 24 h después de una hora de contacto con diferentes concentraciones de Nimkol-L[®] (26 ± 0,5°C, HR 70 ± 5, fotofase de 12 h).

(Grainge y Ahmed 1988) así como para hongos entomopatógenos (Aguda *et al.* 1986). Sin embargo, la ausencia de inhibición de la germinación de los conidios por el producto en las concentraciones menores indica la posibilidad de uso asociado del Nimkol-L® con las cepas evaluadas, siempre que no se supere la concentración compatible.

Hirose *et al.* (2001) determinaron la acción inhibitoria del aceite de nim (2%) sobre la germinación de los conidios de *B. bassiana* CG 252 (-45,72%) y de *M. anisopliae* CB 38 (-17,42%).

Los resultados del presente trabajo son similares a los obtenidos por Rodríguez *et al.* (1997) con extracto acuoso de semillas de nim, compatible con *B. bassiana* en concentraciones de 0,5; 1,5 y 2,5% para germinación de los conidios. Sin embargo, contrariamente a lo observado con el crecimiento del micelio del entomopatógeno en este trabajo (Figs. 1 y 3), dichos autores no detectaron efecto negativo del extracto en concentraciones de hasta un 5%.

En conclusión, la cepa 634 de *B. bassiana* es menos sensible al Nimkol-L® que la cepa 1037 de *M. anisopliae*.

In vitro, el Nimkol-L® es compatible con *M. anisopliae* (1037) hasta 1% i.a. y con *B. bassiana* hasta 1,84% i.a.

En concentraciones de 5% i.a. o mayores, el Nimkol-L® reduce significativamente el crecimiento vegetativo, la conidiogénesis y la germinación de los conidios de *M. anisopliae* (1037) y *B. bassiana* (634).

Agradecimientos

Al PEC/PG, por la Beca de Estudio del primer autor; a la bióloga Solange Aparecida Vieira, técnica del Laboratorio de Patología de Insectos (Departamento de Entomología, Fitopatología e Zoología Agrícola, ESALQ/USP), por su contribución a la planificación e instalación de los experimentos; y a la Empresa Quinabra, de Brasil, por el suministro de Nimkol-L®.

Literatura citada

Aguda, RM; Rombach, MC; Shepard, BM. 1986. Effect of neem oil on germination and sporulation of the entomogenous fungus *Metarhizium anisopliae*. International Rice Research Newsletter 11(4):34-35.

- Alves, SB; Moino Jr., A; Almeida, JEM. 1998. Produtos fitossanitários e entomopatógenos. In Alves, SB. ed. Controle microbiano de insetos. 2 ed. Piracicaba: FEALQ. p. 217-238.
- Castiglioni, E; Vendramim, JD. 2003. Evaluación de derivados de meliáceas para el control de *Heterotermes tenuis*. Manejo Integrado de Plagas y Agroecología 68: 34-40.
- Grainge, M; Ahmed, S. 1988. Handbook of plants with pest-control properties. New York, Wiley. 470 p.
- Hirose, E; Neves, PMOJ; Zequi, JAC; Martins, LH; Peralta, CH; Moino Jr, A. 2001. Effect of biofertilizers and neem oil on the entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. and *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok. Tecapar, Curitiba, BR. Brazilian Archives of Biology and Technology 44(4): 419-423.
- Macedo, N; Botelho, PSM; Campos, MBS. 1995. Cupins: a grande praga dos canaviais, 1. Cupins em cana-de-açúcar: quando e como controlar. Álcool & Açúcar 15(78):32-36.
- Martius, C. 1998. Perspectivas do controle biológico de cupins (Insecta, Isoptera). Revista Brasileira de Entomologia 41(2/4):179-194.
- Moino Júnior, A. 1998. Fatores que afetam a eficiência de *Beauveria bassiana* e *Metarhizium anisopliae* no controle de *Heterotermes tenuis* (Isoptera, Rhinotermitidae). Thesis Ph. D. Piracicaba, BR. Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo. 133 p.
- Neves, PMOJ; Hirose, N; Tchujo, PT; Moino Júnior, A. 2001. Compatibility of entomopathogenic fungi with neonicotinoid insecticides. Neotropical Entomology 30(2):263-268.
- Pizano, MA. 1995. Controle de cupins de cana-de-açúcar. In Berti Filho, E; Fontes, LR. eds. Alguns aspectos atuais da biologia e controle de cupins. Piracicaba, FEALQ. p. 103-114.
- Rodríguez, LDA; Lagunas, TA; Riestra, DD; Rodríguez, MC; Velázquez MJ; Becerril RE; Rodríguez CS; Pacheco VE. 1997. Compatibilidad de *Beauveria bassiana* y extractos acuosos de nim (*Azadirachta indica*) para el control de la broca del café (*Hypothenemus hampei*). Manejo Integrado de Plagas 44:14-19.
- Schmutterer, H. 1997. Side-effects of neem (*Azadirachta indica*) products on insect pathogens and natural enemies of spider mites and insects. Journal of Applied Entomology 121(2):121-128.
- Tedders, WL. 1981. *In vitro* inhibition of the entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* by six fungicides used in pecan culture. Environmental Entomology 10:346-349.
- Vyas, RV; Jani, JJ; Yada, DN. 1992. Effect of some natural pesticides on entomogenous muscardine fungus. Indian Journal of Experimental Biology 30:435-436.

Flutuação populacional de *Labidura* sp. em *Psidium guajava* submetido a dois métodos de pulverização de fenthion

Julio C. Galli¹
Kenji C.A. Senô¹
Francisco J. Cividanes¹

RESUMEN. Fluctuación poblacional de *Labidura* sp. en *Psidium guajava*, sometido a dos métodos de pulverización de fentiión. Se estudió la influencia del insecticida fenthion (Lebaycid® 50) en pulverización normal y como cebo, con atrayentes de proteína hidrolizada de maíz, sobre labidurídeos depredadores (Dermaptera: Labiduridae) asociados a guayaba *Psidium guajava* L. Los tratamientos evaluados fueron: 1) parcelas testigo sin insecticida; 2) atrayente de proteína hidrolizada de maíz Moscatex (0,5%) + fentiión (0,2%); y 3) fentiión en pulverización normal (0,1%). Los insectos fueron evaluados semanalmente con trampas de suelo (*pit-fall*). En el experimento de dinámica poblacional de Labiduridae no se encontraron diferencias significativas para los dos sistemas de aplicación de fentiión (Proyecto FAPESP).

Palabras clave: Trampas *pit-fall*, *Labidura*, *Psidium guajava* L., guayaba.

ABSTRACT. The population dynamics of *Labidura* sp. associated to *Psidium guajava*, subjected to two fenthion spraying systems. The authors studied the influence of the insecticide fenthion (Lebaycid® 50), applied as normal spray and as an attractive trap with maize protein, on Labiduridae insects associated to guava *Psidium guajava* L. The treatments were: 1) Control; 2) Attractive trap Moscatex (0.5%)+ fenthion (0.2%); 3) Fenthion in the usual application (0.1%). The soil traps (*pit-fall*) were analyzed weekly. There were no statistical differences observed between the two manners of fenthion application forms for all the observed populations of Labiduridae (FAPESP Project).

Key words: Pit-fall trap, *Labidura*, *Psidium guajava* L., guava.

Introdução

Em vários agroecossistemas os insetos da Ordem Dermaptera, em especial aqueles pertencentes à família Labiduridae, são considerados importantes predadores que vivem no solo, juntamente com formigas e alguns coleópteros da família Carabidae. Os labidurídeos são encontrados de forma abundante nos ambientes agrícolas da Região de Vista Alegre do Alto -SP, normalmente protegidos por folhagens, resíduos vegetais no solo ou mesmo nas plantas. Indicados na literatura como

predadores não específicos de insetos na superfície do solo, atuam sobre moscas-das-frutas no momento dessa praga torna-se pupa no solo (Galli e Rampazzo 1996a).

Eskafi e Kolbe (1990) observaram uma maior abundância de insetos da ordem Dermaptera com picos populacionais coincidindo com o período mais quente do ano, que aumenta a chance de sobrevivência em função da maior oferta de alimento e temperatura mais adequada.

¹ Faculdade Ciências Agrárias e Veterinárias, Via de Acesso Prof. Dr. Paulo Donato Castellane- s/n, 14884-900 - Jaboticabal- S. Paulo - Brasil. jcgalli@fcav.unesp.br

O crescimento populacional de *Labidura* é observado no início da frutificação da goiabeira e, portanto, nas condições de maior presença de alimentos devido ao maior número de insetos e indivíduos sobre a cultura. (Galli e Rampazzo 1996a). Probst *et al.* (1999), indicam a existência de espécies pertencentes à família Labiduridae em várias partes do mundo incluindo Europa, África, Ásia e, principalmente, América do Sul. Os autores citam que aplicação de inseticidas reduz a ação de pragas em culturas, porém permite a alternância de outras pragas devido principalmente ao controle desses predadores.

A mosca da fruta (Diptera: Tephritidae) é a principal praga da goiabeira na região onde foi desenvolvido o presente projeto, requerendo rotineiramente pulverização de inseticidas. O uso de armadilhas do tipo Valenciano como isca atrativa não possui a mesma eficiência de controle que a pulverização em área total, pois o fruto é sempre preferido em relação aos atrativos artificiais ou mesmo naturais como suco de frutas. O método de controle dessas moscas por iscas tóxicas, que emprega inseticida misturado com atrativo alimentar, associa as vantagens dos dois métodos, podendo ser utilizado em grande áreas, pois consiste em se aplicar um atrativo com inseticida em apenas uma parte da planta em produção, visando o controle da mosca adulta, sem no entanto prejudicar a colheita, como poderia ocorrer no caso de inseticidas aplicados em área total (Gallo *et al.* 1988).

De acordo com Fornazier *et al.* (1987), o fenthion na concentração de 100 ml de produto comercial por 100 litros de água, tem proporcionado um bom controle de *Anastrepha* em frutíferas de clima temperado e sub-tropical.

Reconhecidamente o uso de inseticidas em área total, causa uma redução acentuada na população de todos os insetos, sejam eles pragas ou não (Gravena e Lara 1976). No entanto, ainda é desconhecida a influência desta forma de aplicação (fenthion com isca atrativa em partes da planta) sobre a entomofauna de pomares de goiabeira.

Gravena (1980), Galli e Da Rosa (1994) relatam a importância dos insetos predadores como agentes redutores de pragas em vários sistemas agrícolas, incluindo-se pomares de citros e goiaba. Diversos outros autores vêm estudando modelos de armadilhas e também a coleta de artrópodos benéficos (predadores) que habitam os mais diversos sistemas agrícolas, inclusive os pomares de goiaba (Bateman

1972, Wong *et al.* 1984, Ascaso 1985, Eskafi e Kolbe 1990, Fowler *et al.* 1991; Galli e Rampazzo 1996a, 1996b; Belelli 2001).

O objetivo do presente trabalho foi estudar a possível influência do inseticida fenthion (Lebaycid®) em pulverização convencional (alto volume, área total) e em pulverização com mistura de atrativos em partes da planta, sobre a dinâmica populacional dos labidurídeos associados a goiabeira.

Materiais e métodos

O experimento foi instalado em janeiro de 1999, totalizando 14 meses de coleta de dados até abril de 2000, em pomar de goiaba com três anos de idade, na Região de Vista Alegre do Alto-SP. O pomar foi escolhido por tratar-se de plantas em plena produção de frutos da cultivar Paluma que é a mais produzida na região, com sua produção direcionada tanto para o consumo *in natura* como para indústria.

No Tratamento 1 (testemunha), não foi utilizado inseticida ou isca atrativa. No Tratamento 2, a isca utilizada foi uma calda de proteína hidrolizada de milho a 5,0 ml/l cujo poder atrativo aos insetos é maior em relação a atratividade por sucos de frutas ou melaço de cana-de-açúcar. Adicionou-se 2,0 ml/l de fenthion conforme recomendação do fabricante e aplicou-se em todas as plantas da parcela, depositando-se de 100 a 150 ml de calda por planta, em apenas um quadrante da planta, logo no início da formação do fruto, usando-se um pulverizador costal Jacto Modelo PHJ com bico leque com baixa pressão e alto volume. No tratamento 3, foi feita aplicação de inseticida na forma convencional por pulverização em cobertura total, em todas as plantas da parcela com fenthion 500 g/l (Lebaycid® 50 CE) na concentração de 100 ml/ 100 litros de água, utilizando-se um atomizador costal motorizado Jacto, modelo PL50 com turbina microjet.

O delineamento estatístico experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com os resultados submetidos à análise de variância e com as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. A disposição dos blocos foi arranjada de forma que a pressão de infestação dos tefritídeos fosse a mesma em todos. Em cada ponto mais externo do ensaio estavam presentes todos os tratamentos. Ao todo foram considerados seis blocos (repetições). Cada parcela constou de nove plantas em três linhas (três plantas por linha), utilizando-se apenas a planta central de cada parcela para se observar a população

de insetos, com o intuito de reduzir a interferência de plantas vizinhas. As análises estatísticas foram feitas avaliando-se as três semanas posteriores ao dia da aplicação, sempre levando em consideração a observação da flutuação populacional dos grupos avaliados, excluindo-se os períodos em que as populações não foram suficientes para análise. A partir do quadro de flutuação populacional do inseto, foram avaliados os períodos mais prováveis de ocorrer diferenciação entre as formas de aplicação dos produtos, resultando sempre na avaliação dos valores acumulados nas três semanas após as pulverizações.

Em 12/01/99 foi feita a primeira aplicação de fenthion e isca tóxica e em seguida iniciou-se o período de coleta dos labidurídeos. As demais aplicações ocorreram em 15/03/99, 19/04/99, 10/05/99, 03/09/99, 04/10/99, 28/12/99 e 22/03/2000. As aplicações não foram feitas em função de um calendário fixo, mas sempre que necessário levando-se em conta a presença de considerável número de moscas das frutas nas armadilhas com atrativos, segundo um critério de monitoramento. O experimento foi conduzido levando-se em consideração as condições normais de cultivo de goiaba na região, conforme um padrão comercial.

Para a coleta de labidurídeos foram empregadas armadilhas atrativas tipo *pit-fall* instaladas na superfície do solo sobre a projeção da copa da goiabeira, contendo álcool 70%, com um protetor de chuva conforme adaptação de Galli e Rampazzo 1996a. As armadilhas foram trocadas a cada semana. Empregou-se uma para cada planta da parcela.

Resultados e discussão

Em relação aos labidurídeos (*Labidura* sp.) coletados nas armadilhas de solo, o crescimento populacional observado nas parcelas testemunhas (Fig. 1), a partir de 20/09/99, coincidiu com o início de frutificação da goiabeira, e portanto, com maior disponibilidade de alimento devido ao maior número de espécies de insetos e organismos sobre o pomar. Relação semelhante foi observada com predadores da família Formicidae (Hymenoptera) em pomares de goiaba nos experimentos de Galli e Rampazzo (1996a). O pico populacional de Labiduridae coincidindo com o período mais quente e úmido do ano e com maior oferta de frutos, também foi constatado em trabalhos de Galli e Rampazzo (1996b).

O incremento na população de dermápteros freqüentemente tem sido relacionado com disponibilidade de alimentos. Eskafi e Kolbe (1990) observaram um aumento na população de Dermaptera com picos populacionais coincidindo com o período mais quente do ano e maior presença de insetos, aumentando a chance de sobrevivência em função da maior oferta de alimento e temperatura mais adequada.

Pela Fig. 1 observa-se que a população de labidurídeos antes de 20/09/99 foi muito baixa, não possibilitando a análise estatística dos dados. Dessa forma, foram considerados apenas os dados obtidos a partir desta data, em três períodos relacionados (Quadro 1).

No primeiro período avaliado não foram observadas diferenças estatísticas entre os tratamentos no dia da aplicação e nas quatro semanas seguintes, em relação aos labidurídeos.

Quadro 1. Número médio de insetos da família Labiduridae capturados com armadilha de solo em cultura comercial de goiabeira. Vista Alegre do Alto, SP, 1999/2000.

Tratamentos	1º período/ano			2º período/ano			3º período/ano				
	1999			2000			2000				
	13/10	18/10	25/10	10/01	18/01	24/01	31/01	22/03	27/03	03/04	10/04
1. Testemunha	1,12a	2,60a	2,62a	3,23a	2,69a	2,90a	3,92a	3,26a	5,34a	4,46a	2,76a
2. Isca Atrativa + Fenthion	1,02a	2,33a	1,95a	2,77a	1,89a	2,06b	3,61a	2,92a	5,13a	3,72a	2,53a
3. Fenthion em área total	0,99a	2,20a	1,08a	2,61a	1,69a	1,98b	3,23a	2,35a	5,05a	3,56a	2,49a
CV%	45,76	28,60	33,12	46,10	35,19	20,66	36,07	40,91	36,36	30,16	39,17

Dados transformados em SQR ($x+0,5$).

Médias seguidas de mesma letra na vertical, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

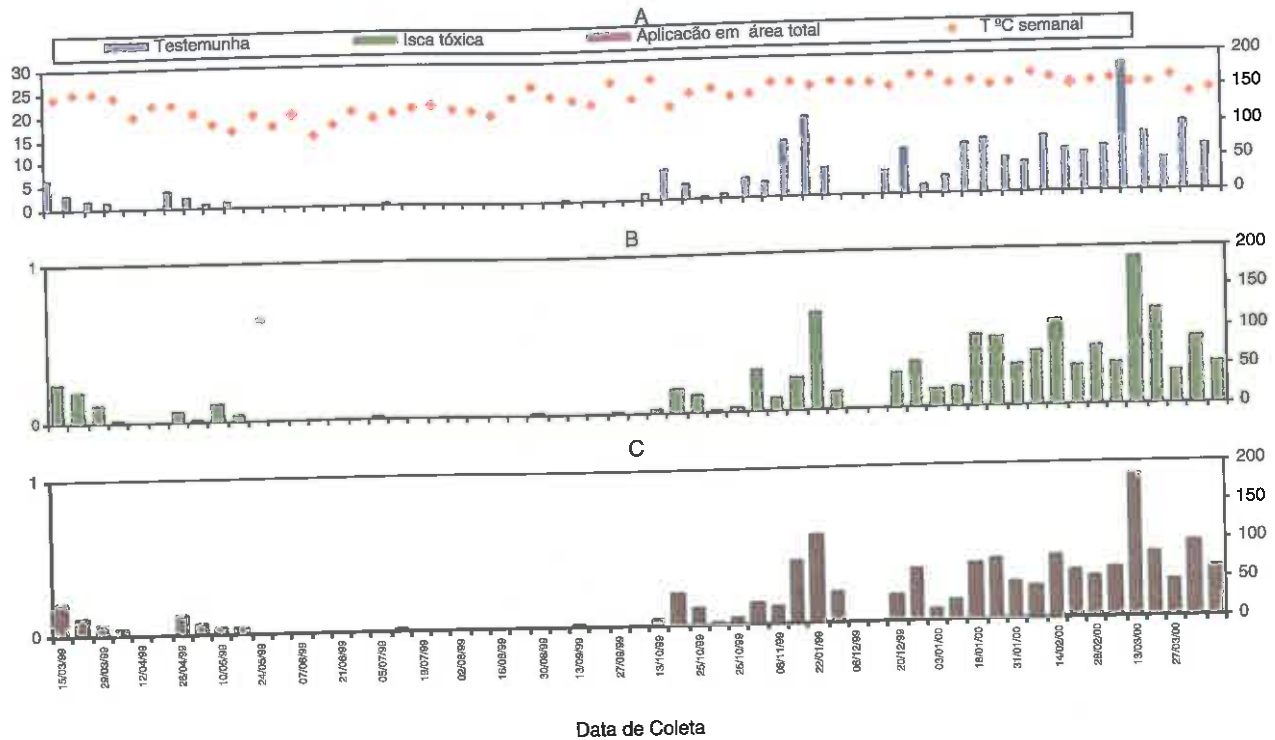


Figura 1. Número de insetos da família Labiduridae coletados em armadilhas de solo em pomar de goiabeira nos tratamentos testemunha (A), atrativo + fenthion (B) e fenthion em área total (C). Vista Alegre do Alto, SP, 1999/2000.

No segundo período avaliado também não ocorreram diferenças entre os tratamentos no dia da aplicação, assim como nas avaliações das semanas posteriores, exceto na terceira semana onde o tratamento com fenthion em área total demonstrou efeito relacionado com menor população de labidurídeos.

O terceiro período avaliado foi relativo a aplicação realizada em 20/03/2000, com avaliações nas quatro semanas posteriores. Assim como nos resultados dos períodos anteriores, não ocorreram diferenças significativas entre as médias.

Com relação aos labidurídeos coletados nas armadilhas de solo, o crescimento populacional observado nas parcelas testemunhas, sem aplicação de fenthion, coincide com o início da frutificação da goiabeira e portanto com a maior disponibilidade de alimento, devido a maior diversidade de insetos no pomar neste período.

Não são observadas diferenças significativas entre os tratamentos fenthion isca e fenthion em pulverização de área total, com relação a flutuação a populacional dos labidurídeos.

Literatura citada

- Ascaso, C. 1985. Utilización de trampas en dos comunidades florestales de la región mediterránea: Obsevaciones. Boletim da Sociedade Portuguesa de Entomologia 1(1):5-6.
- Bateman, MA. 1972. The ecology of fruit flies. Annual Review of Entomology 17(1):493-518.
- Belelli, CN. 2001. Espécies de crisopídeos (Neuroptera: Chrysopidae) na cultura da goiabeira (*Psidium guajava* L.). Trabalho de graduação. Jaboticabal, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias-UNESP, 44 p.
- Eskafi, FM; Kolbe, MM. 1990. Predation on larval and pupal *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) by the ant *Solenopsis geminata* (Hymenoptera: Formicidae) and other predators in Guatemala. Environmental Entomology 19(1):148-153.
- Fornazier, MJ; Costa, AN; Da Dessaune Filho, N. 1987. Controle de moscas-das-frutas em pessegueiro. In Congresso Brasileiro de Entomologia (11, 1987, Campinas, BR). Resumos. v. 2, p. 489.
- Fowler, HL; Forti, LC; Brandão, CRF; De Labie, JHC; Vasconcelos, HL. 1991. Ecologia nutricional de formigas. In Panizzi, AR; Parra, JRP, Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas. São Paulo, BR, Manole. p.131-223.
- Galli, JC.; Da Rosa, MF. 1994. Efeito de quatro atrativos alimentares na coleta de moscas das frutas e de crisopídeos em pomares de goiaba. Revista de Agricultura 69(3):333-344.

- _____; Rampazzo, EF. 1996a. Enemigos naturales de predadores de *Anastrepha* (Diptera, Tephritidae) capturados con trampas de suelo en huertos de *Psidium guajava* L. Madrid, ES, Boletim de Sanidade Vegetal - Plagas 22(2):297-300.
- _____; Rampazzo, EF. 1996b. Distribuição dos gêneros *Pheidole* e *Solenopsis* (Hymenoptera, Formicidae) coletados na superfície do solo em pomar de goiaba (*Psidium guajava* L.). Revista de Agricultura 71(2):157-163.
- Gallo, D; Nakano, O; Silveira Neto, S; Carvalho, RPL; Batista, GC; Berti Filho, E; Parra, JRP; Zucchi, RA; Alves, SB. 1988. p. 470. Manual de Entomologia Agrícola. São Paulo, BR, Ceres. 520 p.
- Gravena, S. 1980. Controle integrado de pragas dos citros. In Rodrigues, O; Viegas, F. Citricultura Brasileira. Campinas, BR, Fundação Cargil, v.2, p. 643-690.
- _____; Lara, FM. 1976. Efeito de alguns inseticidas sobre predadores entomófagos em citros. Anais da Sociedade Entomologia do Brasil 5(1):39-42.
- Probst, K; Pülschen, L; Sauerborn, J; Zebitz, CPW. 1999. Influencia de varios regimenes de plaguicidas sobre la entomofauna de tomate en las tierras altas de Ecuador. Revista Manejo de Plagas 54:24-29.
- Wong, TTY; Mc Innis, DD; Nishimoto, JL; Ota, AK; Chang, VCS; 1984. Predation of the mediterranean fruit fly (Diptera:Tephritidae) by the Argentine ant (Hymenoptera: Formicidae) in Hawaii. Journal of Economic Entomology 77(6):1454-1458.

Abundância de pragas e inimigos naturais em soja na região de Gurupi, Brasil

Julcemar Didonet¹
Renato De Almeida Sarmiento²
Raimundo Wagner De Souza Aguiar²
Gil Rodrigues Dos Santos¹
Eduardo Andrea Lemus Erasmo³

RESUMEN. Abundancia de plagas y enemigos naturales en soja en la región de Gurupi, Brasil. El trabajo se realizó en la Estación Experimental de la Fundación Universidad de Tocantins, municipio de Gurupi-TO, Brasil, con el objetivo de observar el comportamiento de poblaciones de plagas y sus enemigos naturales en la soja, durante los años agrícolas de 97/98, 98/99 y 99/00. Se realizaron muestreos semanales, a partir del período vegetativo V₂, utilizando el paño en 5 puntos escogidos al azar dentro del área, hasta el final del período reproductivo. Entre las especies de chinches, *Piezodorus güildinii* (Heteroptera: Pentatomidae) fue la que presentó mayor densidad poblacional en el período reproductivo del cultivo, alcanzando un nivel de control diferenciando significativamente entre los años agrícolas. Los gusanos desfoliadores encontrados fueron *Anticarsia gemmatalis* y *Chrysodeixis includens* (Lepidoptera: Noctuidae), en orden decreciente de abundancia. De los coleópteros desfoliadores, la especie predominante fue *Cerotoma arcuata* (Coleoptera: Chrysomelidae), con diferencia significativa entre los años agrícolas 97/98 y 99/00, presentando dos picos poblacionales próximos al período reproductivo. Entre los enemigos naturales, fue observada solamente la presencia de depredadores, siendo las arañas, *Lebia* sp. (Coleoptera: Carabidae), *Geocoris* sp. (Heteroptera: Lygaeidae) y *Callidae* sp. (Coleoptera: Carabidae) los de mayor densidad poblacional.

Palabras clave: Fluctuación poblacional, plagas de la soja, enemigos naturales.

ABSTRACT. Abundance of soybean pests and their natural enemies in Gurupi, Brazil. This experiment was carried out at the Experimental Station of the University of the Tocantins in Gurupi-TO, to study the population fluctuation of soybean pests and their natural enemies during the 97/98, 98/99 and 99/00 seasons. Weekly surveys were carried out, starting from the vegetative stage V₂, and until the stage of ripe grain (R₈). From the stink bug complex, *Piezodorus güildinii* (Heteroptera: Pentatomidae) was the most abundant, with the highest population density during the reproductive stage, showing significant differences between the seasons. Among defoliating caterpillars, *Anticarsia gemmatalis* and *Chrysodeixis includens* (Lepidoptera: Noctuidae) were the most abundant. Among the defoliating beetle complexes, *Cerotoma arcuata* (Coleoptera: Chrysomelidae) was the most abundant, with population peaks near the reproductive stage. Among the natural enemies were they spiders, *Geocoris* sp. (Heteroptera: Lygaeidae), *Lebia* sp. (Coleoptera: Carabidae) and *Callidae* sp. (Coleoptera: Carabidae).

Key words: Population dynamics, soybean pests, natural enemies.

Introdução

A soja é a oleaginosa mais plantada no Brasil, com área de mais de 13 milhões de ha e produção de 31 milhões de toneladas (IBGE 1998). Constitui atualmente um dos produtos agrícolas de maior

importância na agricultura brasileira, graças a sua grande expansão na região dos cerrados, e os novos pólos de desenvolvimento agrícola no Tocantins e Maranhão. O grão apresenta em média 40-42% de

¹ Universidade Federal do Tocantins - Campus de Gurupi, Caixa Postal 66, Gurupi - TO, Brasil. jdidonet@bol.com.br

² Departamento de Biologia Animal - Universidade Federal de Viçosa. CEP. 36.571.000 - Viçosa, MG, Brasil.

³ Universidade Regional de Gurupi - UNIRG, Gurupi-TO, Brasil.

proteína e 20-22% de óleo, considerados valores altos quando comparados com outros alimentos (Franco 1986), possuindo por isso, alto valor nutricional, sendo utilizado na alimentação humana e animal (Panizzi & Mandarino 1995). Diferentemente das tradicionais regiões produtoras, nas novas regiões de exploração da cultura, principalmente aquelas nos cerrados do Tocantins, os insetos-praga atacam a cultura durante todo o seu ciclo.

No complexo ecossistema formado pela cultura da soja, diversas espécies de insetos são encontradas, porém poucas são consideradas como pragas-chave. Dentre estas, *Piezodorus güildinii*, *Euschistus heros*, *Nezara viridula* (Heteroptera, Pentatomidae) e *Anticarsia gemmatalis* (Lepidoptera, Noctuidae) são referidas como pragas principais e de maior importância econômica para a cultura, com seus danos refletindo direta ou indiretamente na produção e/ou na qualidade dos grãos e sementes (Gazzoni *et al.* 1988). Outras espécies são consideradas como pragas secundárias e de menor importância econômica, pois ocorrem em menor abundância e somente causam danos significativos para a cultura em condições especiais. Ocorrem ainda insetos benéficos, que atuam como agentes de controle biológico. Alguns desses agentes são tão eficazes que, sob determinadas condições, mantêm as populações de insetos-praga abaixo do nível de dano econômico, dispensando, assim, a necessidade do controle químico (Gazzoni *et al.* 1998).

Para o controle racional de insetos-praga necessita-se de métodos mais eficientes que possam substituir os métodos tradicionais de controle, os quais consistem no controle imediato da praga com a utilização de produtos químicos, sem que haja o monitoramento da lavoura, através de amostragens para verificar a densidade populacional. Neste contexto o conhecimento das espécies que são consideradas pragas-chave e seus inimigos naturais, bem como as flutuações populacionais são parâmetros de grande importância na adoção do manejo integrado de pragas que utiliza táticas como o monitoramento da lavoura para a determinação do nível de controle, que determina se o custo com o controle da praga é menor que o prejuízo que a mesma está causando, (Gazzoni *et al.* 1998). Na cultura da soja, vários estudos têm sido feitos com esta finalidade, nos diversos estados do Brasil (Corrêa *et*

al. 1977; Prado *et al.* 1982; Leite & Lara 1985). Na região de Gurupi há necessidade de informações referentes as principais pragas e inimigos naturais, bem como da flutuação populacional correlacionada com o estágio de desenvolvimento da cultura. Tais informações são de grande importância para o incremento de estratégias e táticas de controle, sendo, portanto, de grande contribuição para o setor agrícola, além de que o Estado do Tocantins apresenta grande potencial agrícola e perspectiva de expansão da cultura da soja. Este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de estudar a flutuação populacional das pragas e seus inimigos naturais em soja, visando a obtenção de dados para auxiliar o manejo integrado de pragas na cultura.

Materiais e métodos

O trabalho foi desenvolvido na Estação Experimental da Fundação Universidade do Tocantins, em Gurupi, TO, Brasil, no período correspondente aos anos agrícolas 97/98, 98/99 e 99/00. Para cada ano agrícola foi instalada uma parcela de 50m x 50m da cultivar MSOY-109, de acordo com as recomendações técnicas para a cultura (Embrapa 1998), com o espaçamento de 0,4m entre plantas e 20 plantas por metro. A partir do estágio vegetativo V₂ até o final do ciclo da cultura foram realizadas amostragens semanais, utilizando o pano de batida, em 5 pontos escolhidos aleatoriamente dentro do talhão. Tal método consiste na utilização de um pano de cor branca contendo um metro de comprimento por 40 cm de largura, sustentado por duas hastes de madeira laterais, onde o mesmo é colocado entre duas fileiras de soja e posteriormente as plantas são inclinadas para dentro do pano e chacoalhadas, para que os insetos presentes nas mesmas caiam sobre o pano e em seguida sejam quantificados. Para a análise estatística da ocorrência dos insetos de maior importância agrônômica, considerou-se os períodos correspondentes as safras como tratamentos, sendo as repetições, compostas de 5 dados obtidos através de amostragens do período vegetativo e reprodutivo da cultura (Fehr & Calviness 1979). Os dados foram transformados em $\sqrt{X + 0,5}$ para a realização da análise estatística e submetidos à análise de variância com as médias, as quais foram calculadas em função dos dados obtidos no mesmo período dos três anos agrícolas, e comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Resultados e discussão

Das espécies de pentatomídeos fitófagos, tradicionais pragas da cultura em outras regiões produtoras do Brasil, *Piezodorus güildinii* foi a mais abundante, ocorrendo em maior densidade populacional no período reprodutivo da cultura a partir do estágio R₂, e diferindo significativamente entre as safras agrícolas estudadas (Tabela 1). Durante todo o período vegetativo da cultura, a flutuação populacional de *P. güildinii* foi muito baixa, atingindo valores iguais a zero. A baixa incidência de *P. güildinii* no início do ciclo de desenvolvimento da cultura (Fig. 1), pode ser devido à elevada precipitação pluviométrica (Fig. 9) ocorrida no período. O nível de controle (4 percevejos/pano de batida – produção de grãos) foi atingido a partir dos estádios R₇, R₅ e R₄, nas safras 97/98, 98/99 e 99/00, respectivamente (Fig. 1). Esta alta incidência de *P. güildinii* no início dos estádios reprodutivos da cultura, pode ser explicada pela baixa precipitação pluviométrica (Fig. 9) registrada no período. Relatos semelhantes foram feitos por Cruz e Oliveira (1997).

Tabela 1. Número médio de *Piezodorus güildinii* coletados pelo pano de batida, em soja, em três safras agrícolas. Gurupi-TO.

Safra agrícola	Estádio fenológico	
	Vegetativo	Reprodutivo
97/98	0,03 a	1,16 c
98/99	0,00 a	3,15 b
99/00	0,00 a	4,32 a
CV (%)	8,97	24,07

Na média, observou-se um incremento populacional capaz de causar dano econômico já a partir do estágio R₅. Resultados semelhantes foram obtidos por Didonet *et al.* (1995, 1998, 1999), com trabalhos realizados na região sul do Tocantins. *P. güildinii* causa redução na produção, poder germinativo e vigor das sementes (Villas Boas *et al.* 1990), retardamento da colheita, retenção foliar (Sosa-Gomes & Moscardi 1995) e pode transmitir doenças fúngicas as sementes (Corso 1977).

Principal praga da soja nas áreas produtoras do estado do Tocantins, (Didonet *et al.* 1999), *P. güildinii* potencialmente pode desenvolver até 11 gerações anuais, (Didonet *et al.* 1999), sendo muito favorecido pelas condições térmicas da região e pela presença abundante de hospedeiros alternativos que viabilizam a manutenção de populações relativamente altas, mesmo na ausência da cultura no campo. Trabalhos realizados por Correia *et al.*, (1977) e Prado *et al.* (1982), também citam *P. güildinii* como a espécie praga mais importante na cultura, no estado de Goiás, Brasil.

As principais lagartas desfolhadoras que ocorreram na cultura, em ordem decrescente de abundância, foram *Anticarsia gemmatalis* e *Chrysodeixis includens* (Lepidoptera, Noctuidae). Foi observada a predominância de *A. gemmatalis*, o que tem sido constatado em praticamente todos os levantamentos realizados em soja, em vários estados do Brasil (Venzon & Martins Filho 1995; Didonet *et al.* 1998). Esta espécie esteve presente em baixa incidência no período vegetativo da cultura (Fig. 2) em todas as safras estudadas e em maior densidade

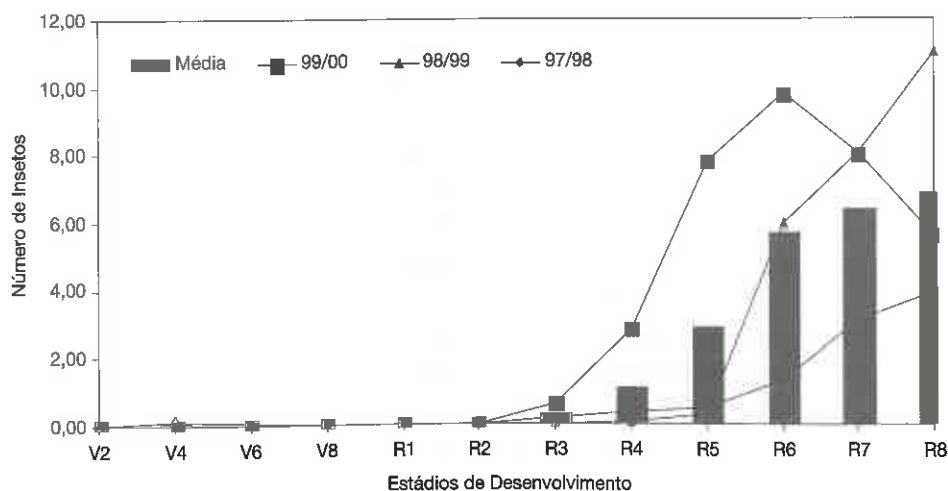


Figura 1. Ocorrência de *Piezodorus güildinii*, coletado pelo pano de batida, em soja, em três safras agrícolas. Gurupi-TO. 2001.

populacional no período reprodutivo na safra 97/98 (Tabela 2). Os picos populacionais que ocorreram não atingiram o nível de controle (40 lagartas/pano de batida).

Tabela 2. Número médio de *Anticarsia gemmatalis* coletadas pelo pano de batida, em soja, em três safras agrícolas. Gurupi-TO.

Safras agrícolas	Estádio fenológico	
	Vegetativo	Reprodutivo
97/98	0,10 a	2,89 a
98/99	0,25 a	1,50 b
99/00	0,26 a	0,00 b
CV (%)	6,86	17,21

C. includens também não atingiu o nível de controle, com índice de ocorrência muito baixo em todo o período estudado (Fig. 3).

Os coleópteros desfolhadores, grupo de pragas que vêm crescendo em importância em lavouras de soja sob cerrado (Sosa-Gomez *et al.* 1993), ocorreram durante todo o ciclo da cultura, com predominância de *Cerotoma arcuata*, que apresentou picos populacionais a partir do estágio R₃ (Fig. 4), e diferiu significativamente entre as safras 97/98 e 99/00 (Tabela 3). Foi observada a ocorrência de dois picos populacionais próximo ao período reprodutivo (Fig. 4), fato este também relatado por Corrêa *et al.* (1977), Leite & Lara (1985), Venzon & Martins Filho (1995) e Didonet *et al.* (1998).

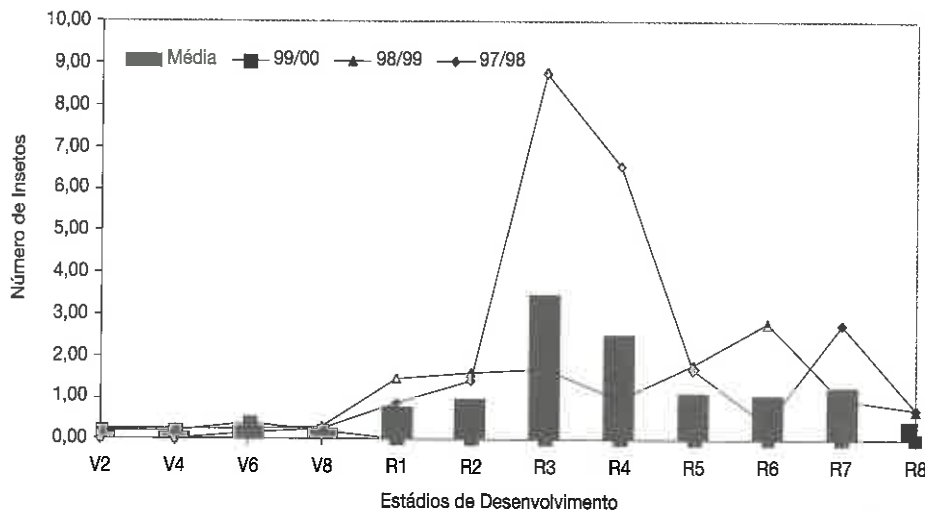


Figura 2. Ocorrência de *Anticarsia gemmatalis*, coletada pelo pano de batida, em soja, em três safras agrícolas. Gurupi-TO, 2001.

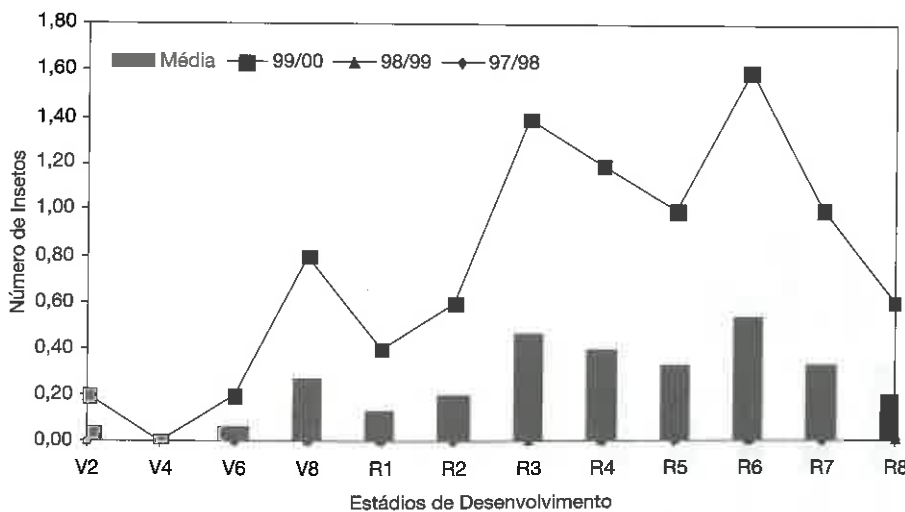


Figura 3. Ocorrência de *Chrysodeixis includens*, coletada pelo pano de batida, em soja, em três safras agrícolas. Gurupi-TO, 2001.

Tabela 3. Número médio de *Cerotoma arcuata* coletadas pelo pano de batida, em soja, em três safras agrícolas. Gurupi-TO.

Safra agrícola	Estádio fenológico	
	Vegetativo	Reprodutivo
97/98	2,30 a	4,28 a
98/99	2,17 a	1,40 b
99/00	2,00 a	0,60 b
CV (%)	16,25	18,06

Quanto aos inimigos naturais, foi verificada somente a presença de predadores, sendo as aranhas, *Lebia* sp., *Geocoris* sp. e *Callida* sp. os mais abundantes. As aranhas, tradicionalmente encontradas em várias outras culturas são conhecidas como excelentes predadores de diversas espécies fitófagas de importância econômica (Oliveira *et al.* 1997).

Capturam suas presas por emboscada, caça visual ou por teia e atuam como agentes estabilizadores de populações de invertebrados em habitat natural e em agroecossistemas (Bueno & Berti Filho 1991). Neste estudo, verificou-se que as mesmas ocorreram durante todo o ciclo da cultura, exceto na safra 97/98 (Fig. 5) com incidência diferenciada no período reprodutivo da cultura (Tabela 4).

Tabela 4. Número médio de Aranhas coletadas pelo pano de batida, em soja, em três safras agrícolas. Gurupi-TO.

Safra agrícola	Estádio fenológico	
	Vegetativo	Reprodutivo
97/98	1,51 a	0,00 c
98/99	0,45 b	1,43 a
99/00	0,70 ab	0,82 b
CV (%)	16,62	15,63

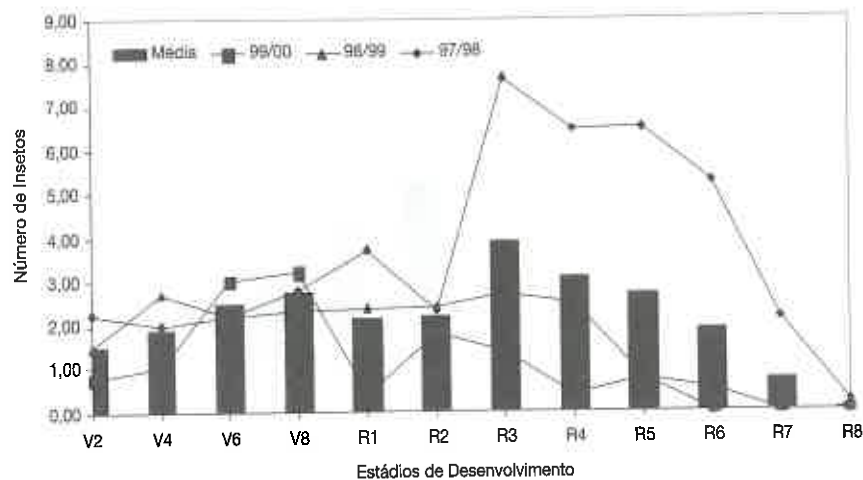


Figura 4. Ocorrência de *Cerotoma arcuata*, coletada pelo pano de batida, em soja, em três safras agrícolas. Gurupi-TO. 2001.

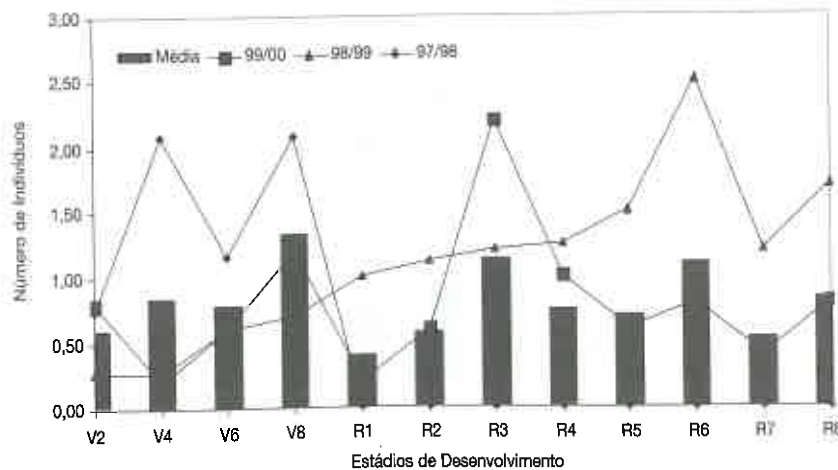


Figura 5. Ocorrência de Aranhas, coletadas pelo pano de batida, em soja, em três safras agrícolas. Gurupi-TO. 2001.

Resultados semelhantes, também foram observados por Guillen (1979), onde se verificou que as aranhas, na cultura da soja, foram os primeiros indivíduos a invadirem a cultura, persistindo até o final do ciclo da cultura, alimentando-se de diversos insetos.

Lebia sp. apresentou um maior número de indivíduos coletados no período reprodutivo (Fig. 6), embora em baixa densidade populacional, fato este também relatado por Didonet *et al.* (1998). Na safra 99/00, este predador não foi constatado em todo o ciclo fenológico da cultura.

O predador *Geocoris* sp. (Fig. 7) apresentou maior pico populacional durante o estágio vegetativo da cultura, embora, a exemplo de *Lebia* sp., em baixa densidade populacional e ausente no período 99/00. Já *Callida* sp. ocorreu também em praticamente todo o ciclo da cultura (Fig. 8), apresentando picos populacionais diferenciados e maior número de indivíduos no período reprodutivo.

Todos os predadores ocorreram em baixa densidade populacional durante o ciclo fenológico da cultura, o que pode ser explicado pela elevada precipitação pluviométrica (Fig. 9) ocorrida durante

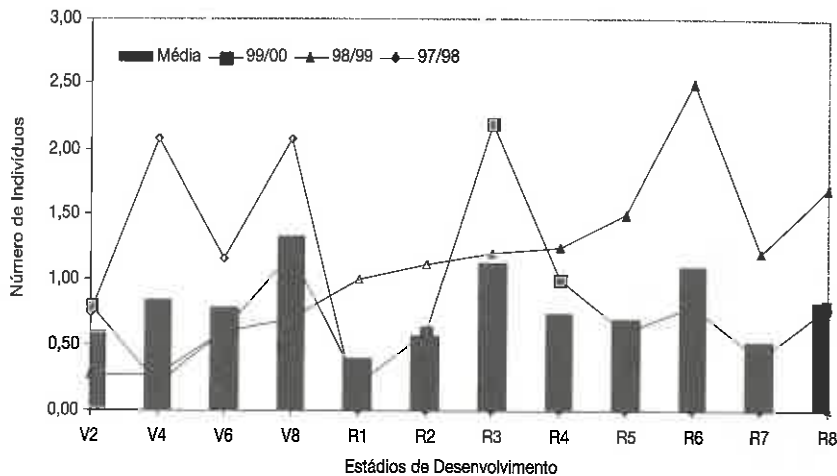


Figura 6. Ocorrência de *Lebia* sp., coletada pelo pano de batida, em soja, em três safras agrícolas. Gurupi-TO. 2001.

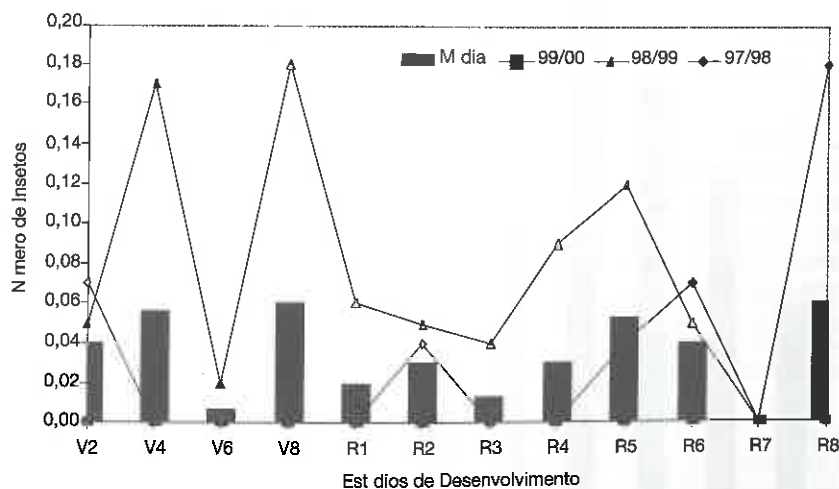


Figura 7. Ocorrência de *Geocoris* sp., coletado pelo pano de batida, em soja, em três safras agrícolas. Gurupi-TO. 2001.

todo o período vegetativo da cultura, indicando uma limitação ao estabelecimento ou a colonização do campo por esses predadores, haja visto, que o controle biológico torna-se cada vez mais importante como alternativa ao controle químico, especialmente porque futuramente o uso de pesticidas deve ser reduzido drasticamente como uma tendência mundial (Vet Lenteren 1992). Em estudos recentes, pesquisadores têm se tornado mais alertas ao papel que as plantas desempenham nas interações entre

pragas e inimigos naturais (IN) e a importância destas interações tritróficas para o controle fitossanitário tem se tornado mais relevante. Tumlinson *et al.* (1992) comentou: “O vasto potencial dos parasitóides (e outros IN) para o controle biológico de insetos pragas não foi ainda decodificado”. Contudo, é necessário que se conheça todo o potencial desses predadores para se promover o incremento da população, visando o aproveitamento como agentes de controle biológico.

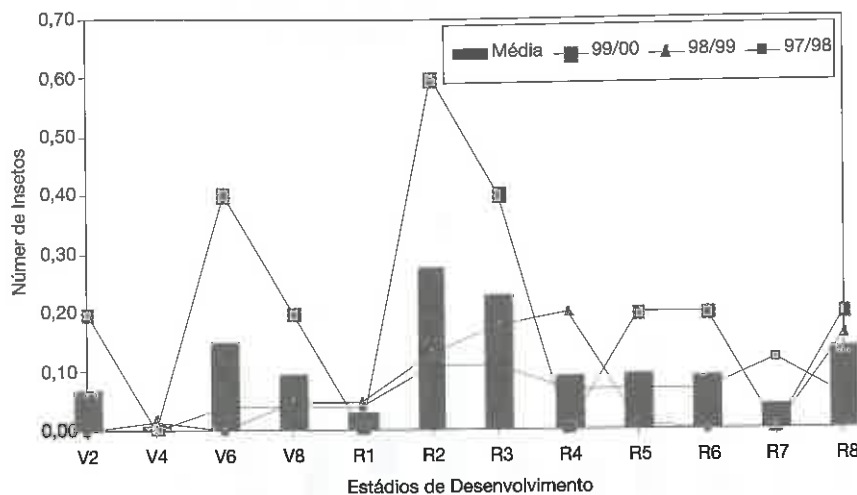


Figura 8. Ocorrência de *Callida* sp., coletado pelo pano de batida, em soja, em três safras agrícolas. Gurupi -TO. 2001.

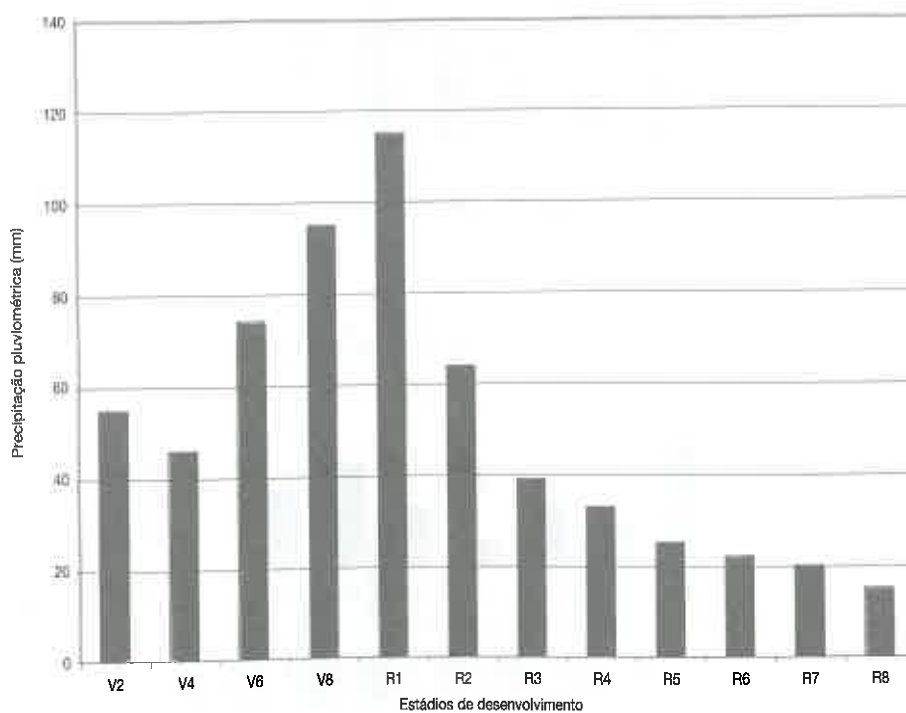


Figura 9. Precipitação pluviométrica média (mm) registrada ao longo do ciclo de desenvolvimento da cultura da soja, nas safras agrícolas 1997/98, 98/99 e 99/00, em Gurupi - TO.

Conclusões

1. Do complexo de percevejos fitófagos, *P. güldinii* ocorreu em maior densidade populacional no período reprodutivo da cultura, nas três safras agrícolas.
2. *A. gemmatalis* e *C. includens* foram as lagartas desfolhadoras mais abundantes, e ocorreram em baixa densidade populacional.
3. Dos coleópteros desfolhadores *C. arcuata* predominou e ocorreu durante todo o ciclo da cultura, com picos populacionais próximo ao período reprodutivo.
4. Dos inimigos naturais coletados, as aranhas, *Lebia* sp., *Geocoris* sp. e *Callida* sp. foram as mais abundantes.

Literatura citada

- Bueno, VHP; Berti Filho, E. 1991. Controle biológico de insetos com predadores. Informe Agropecuário 15(167):41-52.
- Corrêa, BS; Panizzi, AR; Newman, GG; Turnipseed, SG. 1977. Distribuição geográfica e abundância estacional dos principais insetos-praga da soja e seus predadores. Anais da Sociedade Entomológica do Brasil 6(1): 40-50.
- Corrêa, ACB. 1982. Manejo de Pragas da Soja. Informe Agropecuário 8(94):47-56.
- Corso, I. 1977. Relação entre o Efeito Associado de Percevejos e Fungos na Produção e Qualidade de Sementes de Soja (*Glycine max* (L.) Merrill), bem como na Transmissão de moléstias. Tese Mestrado, Rio Grande do Sul, BR, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 86 p.
- Didonet, J; Fragoso, DB; Santos, GR; Peluzio, JM. 1998. Flutuação populacional de Pragas e Seus Inimigos Naturais em Soja no Projeto Rio Formoso-Formoso do Araguaia-TO, Brasil. Acta Amazônica 28(1): 67-74.
- _____; Peluzio, JM; Santos, GR; Miranda, GV. 1995. Levantamento de Pragas da Soja na Região de Gurupi. In Reunião de Pesquisa de Soja da Região Central do Brasil. (17, 1995, Goiânia). Ata de Resumos. p. 236.
- _____; Pinto, ES; Sarmento, RA; Peron, AJ. 1999. Estimativa do Número de Gerações Anuais das Pragas da Soja, Milho e Citrus, na Região Sul do Tocantins. In Congresso Científico da Unitins, 2. Anais Palmas. p. 168.
- _____; Santos, GR; Erasmo, EAL; Peluzio, JM. 1999. Pragas Associadas as Principais Culturas do Tocantins. Gurupi-TO: Fundação Unitins. 6 p. (Comunicado Técnico 05).
- _____; Santos, GR; Peluzio, JM. 1999. Levantamento dos Insetos-praga e Seus Inimigos Naturais em Soja, no Município de Gurupi-TO. Revista Universidade de Guarulhos - Pós-Graduação 4(11):61-65.
- Embrapa. 1996. Recomendações Técnicas para a Cultura da Soja na Região Central do Brasil. Londrina, PR. 164 p. (EMBRAPA/CNPSo. Documentos, 96).
- _____. 1998. Recomendações Técnicas para a Cultura da Soja na Região Central do Brasil. Londrina, PR. 171 p. (EMBRAPA/CNPSo. Documentos, 97).
- Fehr, WR; Caviness, CE. 1979. Stages of Soybean Development. Ames, Iowa State University. 12 p.
- Franco, G. 1986. Tabela de Composição Química. Rio de Janeiro, Athenem.
- Gazzoni, DL; Oliveira, LC; Corso, BSQ; Ferreira, GL; Vilas Boas, F; Moscardi Panes, AR. 1998. Manejo de Pragas da Soja. EMBRAPA - CNPSo. 44 p. (Circular Técnica 5).
- Guillen, EA. 1979. Efeito de Inseticidas Sobre as Pragas da Soja e Seus Predadores. Tese Mestrado. Curitiba- PR, UFPR.
- IBGE. 1998. Levantamento Sistemático da Produção Agrícola. Rio de Janeiro, Dezembro. 79 p.
- Leite, L, G; Lara, FM. 1985. Flutuação Populacional de Insetos e Inimigos Naturais Associados à Cultura da Soja em Jaboticabal, SP. Anais da Sociedade Entomológica do Brasil 14(1): 45-57.
- Oliveira, JV; Menezes, VG; Ramirez, HV. 1997. Efeito do Uso de Inseticidas na População de Inimigos Naturais em Arroz Irrigado. In Reunião de Cultura do Arroz Irrigado. (22, 1997, Balneário Camburiú-SC). Anais. Itajaí- SC, EPAGRI. p. 337-38.
- Panizzi, MCC; Mandarino, JMG. 1995. La Soja Como Alimento Humano: Calidad Nutritiva, Procesamiento y Utilización, In FAO. El Cultivo de La Soja en Los Trópicos: Mejoramiento y Producción. Roma, IT. FAO/ EMBRAPA-CNPSo, p. 241-254. (Colección FAO: Producción y Protección Vegetal nº 27).
- Prado, PCN; Cunha, HL; Silva, AL. 1982. Ocorrência dos Principais Insetos-praga da Soja e Seus Inimigos Naturais em Santa Helena de Goiás, GO. In Seminário Nacional de Pesquisa de Soja. (2, 1982, Brasília). Anais Londrina v. 2, p. 111-139.
- Sosa-Gomez, DR; Gazzoni, DL; Corrêa-Ferreira, B; Moscardi, F. 1993. Pragas da Soja e Seu Controle. In Arantes, NE; Souza, PI de M. Eds. Cultura da Soja Nos Cerrados. Piracicaba, BR. Potafos. p. 299-331.
- _____; Moscardi, F. 1995. Retenção Foliar Diferencial em Soja Provocada por Percevejos (Heteroptera, Pentatomidae). Anais da Sociedade Entomológica do Brasil 24(2):401.
- Tumlinson, JH; Turlings, TCJ; Lewis, WJ. 1992. The semiochemical complexes that mediate insect parasitoid foraging. Agricultural Zoology Review 5:221-52.
- Venzon, M; Martins Filho, S. 1995. Abundância de Insetos-praga e Seus Inimigos Naturais na Cultura da Soja no Triângulo Mineiro. Revista Agricultura Tropical 1(1): 79-91.
- Vet, L. 1992. Ecology of infochemical use by natural enemies in a tritrophic context. Annual Review of Entomology 37:141-72.
- Vilas Boas, GL; Gazzoni, O; Oliveira, MCN de; Costa, NP; Roessin, AC; França Neto, JB; Henning, AA. 1990. Efeito de Diferentes Populações de Percevejos Sobre o Rendimento e Seus Componentes, Características Agronômicas e Qualidade da Semente de Soja. Londrina, EMBRAPA/CNPSo. 43 p. (Boletim de Pesquisa, 1).

Inventario y fluctuación de áfidos alados en Caripe, Venezuela

Alcibíades Carrera¹
Mario Cermeli²

RESUMEN. Los áfidos son el principal vector de diseminación de virus en plantas, donde causan la degeneración de los cultivos; por lo tanto, se hace necesario conocer la dinámica poblacional y las especies de áfidos alados en zonas de actividad agrícola. Se utilizaron trampas amarillas de agua, pintadas con esmalte sintético de color amarillo limón (F65YV29, Kem Lustral Sherwin Williams®). La trampa fue colocada a una altura de 40 cm sobre el nivel del suelo. La colecta de áfidos se realizó entre enero de 1988 y diciembre de 1989, en la Estación Experimental Local Caripe, en Monagas, Venezuela, a una altura de 1100 msnm. La temperatura promedio para el período de evaluación fue de 20,3°C y la precipitación promedio acumulada de 1145,6 mm. Se recolectó un total de 684 especímenes y 21 especies para el año 1988 y 1095 especímenes y 29 especies para 1989, siendo la especie más abundante *Aphis citricola*, con 222 y 824 individuos, respectivamente.

Palabras clave: *Aphis citricola*, fluctuación poblacional, trampas amarillas de agua.

ABSTRACT. Aphid population dynamics and identification in Caripe, Venezuela. Aphids are vectors of plant viruses disqualifying crop grown for seeds and consumption. In order to avoid virus incidence it is necessary to know the species present and their dynamics in areas of agricultural activity. Yellow water traps (painted Lemon Yellow F65YV29 Kem Lustral Sherwin Williams®), were used in the evaluation. The traps were located 40 cm above ground. The evaluation period ranged from January to December 1988 and 1989, in Caripe, state of Monagas (1100 m above sea level). In 1988, 684 specimens and 21 species were collected, and 1095 specimens and 29 species in 1989. The most common winged species present was *Aphis citricola*, with 222 and 824 specimens, respectively.

Key words: *Aphis citricola*, population dynamics, yellow water traps.

Introducción

En áreas de desarrollo frutihortícola, es necesario realizar un reconocimiento y estudiar la dinámica poblacional de insectos vectores de enfermedades virales, ya que son una de las causas principales de la disminución gradual de los rendimientos en estos rubros.

Los áfidos son considerados los vectores más importantes en la transmisión de virus en la mayoría de los cultivos. La importancia económica de estos insectos se debe no tanto al daño directo que causan sino al que efectúan al transmitir virus (Cermeli 1987). Los áfidos transmiten más del 60% de los virus de plantas transmitidos por insectos (Kennedy *et al.*

1962). Los vectores más eficientes son las formas aladas (Harris 1980).

En Venezuela, el estudio de la dispersión de áfidos por medio de trampas amarillas comenzó en 1968 (Cermeli 1984). La técnica que se usa con mayor frecuencia en la asistencia a los programas de producción de semillas de papa es la detección de formas aladas por medio de trampas amarillas de tipo Möericke (Valencia 1986).

Según Taylor (citado por Cermeli 1987), la fluctuación y las especies involucradas pueden variar tanto estacional como localmente. Narváez y Cermeli (1993) encontraron que el 83,3% de las plantas hospedantes

¹ Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Centro de Investigaciones del Estado Monagas. Estación Experimental Local Caripe, Venezuela. alcibiades@cantv.net

² Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, CENIAP, Apdo. 4653, Maracay, Estado Aragua, Venezuela. mcermeli@inia.gov.ve

se encuentran registradas por debajo de los 1 500 msnm, y la variación en cuanto al número de especies de áfidos y su fluctuación están relacionadas con la temperatura y la planta hospedante.

La Estación Experimental Local Caripe se encuentra en Boquerón, estado Monagas, enclavado en la serranía del Turimiquire, a 1 100 msnm, con una precipitación promedio anual de 1 291 mm y una temperatura media de 18,7°C. Los cultivos de mayor importancia en el área de influencia de la Estación son el café, los cítricos, la papa y las hortalizas de hojas.

El objetivo de este trabajo fue conocer la dinámica poblacional de áfidos alados en Boquerón, Estación Experimental Local Caripe del FONAIAP, determinando las especies y sus épocas de aparición.

Materiales y métodos

Se utilizaron trampas amarillas de agua (Cermeli 1970), pintadas con esmalte sintético de color amarillo limón F65YV29 Kem Lustral Sherwin Williams® en su parte interior y con pintura anticorrosiva color gris en la parte externa, a una altura de 40 cm sobre el nivel del suelo y en los bordes de las parcelas. Para disminuir la tensión superficial del agua, se utilizó Citowett Plus® al 2%.

Las evaluaciones se realizaron dos veces por semana, casi siempre en los mismos días (lunes y jueves). Los áfidos alados colectados se colocaban en frascos con alcohol etílico 70% para su posterior identificación.

Las trampas eran colocadas en el campo (áreas no cultivadas) a inicios de enero, y permanecían allí hasta diciembre del año evaluado. El estudio se llevó a cabo de 1988 a 1989.

Resultados y discusión

En 1988, se recolectó un total de 684 especímenes alados y se identificaron 21 especies de áfidos (Cuadro 2). En la fluctuación se observa un aumento en los cuatro primeros meses del año, con un pico en abril; luego, sufre un ligero descenso, para alcanzar un pico menor en el mes de agosto, y descender nuevamente en diciembre.

La especie de mayor captura durante todo el año fue *Aphis citricola*, con un total de 22 individuos, lo cual corresponde a un 32,50% del total de captura. Las especies que le siguen en importancia numérica son: *A. nerii* (9,90%), *A. amaranthi* (9,40%), *Acyrtosiphon* sp. (7,30%), *Myzus persicae* (3,20%), *Toxoptera citricida* (3,50%) y *A. gossypii* (3,40%), distribuidas en el curso del año. *Uroleucon ambrosiae* (6,70%), *Brevicoryne brassicae* (5,10%), *Rhopalosiphum rufiabdominalis* (3,90%) y *Tetraneura nigriabdominalis* (2,20%) tienen una mayor incidencia durante los primeros meses del año. Las especies restantes no muestran una tendencia definida.

En 1989, se recolectó un total de 1 095 individuos y se identificaron 29 especies (Cuadro 3). El número de áfidos aumenta ligeramente en los cinco primeros meses del año, para aumentar bruscamente hasta el mes de agosto, cuando comienza a descender hasta el mes de diciembre.

Cuadro 1. Información meteorológica del área de Boquerón, Caripe, Estado Monagas, 1988-1989.

Mes	Precipitación (mm)		Temperatura (°C)	
	1988	1989	1988	1989
Enero	60,8	32,1	21,1	17,4
Febrero	35,0	48,0	19,1	18,4
Marzo	14,7	87,0	21,3	18,9
Abril	0,4	5,8	24,6	20,3
Mayo	8,8	105,2	22,3	20,8
Junio	161,4	109,6	21,9	20,5
Julio	161,8	253,2	20,8	20,1
Agosto	218,8	140,0	20,4	20,4
Septiembre	79,2	84,4	20,8	20,4
Octubre	172,4	62,0	20,6	20,2
Noviembre	98,6	208,7	20,2	20,0
Diciembre	90,6	48,7	19,0	17,3
Total	1 102,5	1 184,7		
Promedio			21,0	19,56

Fuente: Estación Meteorológica, Estación Experimental Hortícola San Agustín, UDO, Estado Monagas.

Cuadro 2. Fluctuación poblacional de áfidos alados en Boquerón, Caripe, estado Monagas. Venezuela, 1998.

Nombre científico	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.	Total	%
<i>Acyrtosiphon</i> sp.	08	09	04	02	01	-	02	16	04	05	01	-	50	7,3
<i>Aphis amaranthi</i> Holman	06	10	06	15	03	07	01	10	03	01	01	01	64	9,4
<i>A. citricola</i> van der Goot	08	08	42	87	04	08	12	24	07	09	06	07	222	32,5
<i>A. craccivora</i> Koch	03	01	-	14	01	03	03	02	01	01	-	-	29	4,2
<i>A. gossypii</i> Glover	01	04	01	02	01	10	-	02	01	-	-	01	23	3,4
<i>A. nerii</i> Boyer de Foscolombe	-	07	01	14	03	01	09	30	02	-	-	01	68	9,9
<i>Aulacorthum solani</i> Kalténbach	-	01	01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	02	0,3
<i>Brevicoryne brassicae</i> (L.)	02	01	05	16	08	02	01	-	-	-	-	-	35	5,1
<i>Capitophorus hippophaes</i> (Walker)	-	01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	01	0,1
<i>Geopemphigus floccosus</i> (Moreira)	03	04	-	01	-	-	-	-	01	-	-	-	09	1,3
<i>Hyperomyzus lactucae</i> (L.)	02	-	-	-	-	-	-	-	01	-	-	-	03	0,4
<i>Lipaphis erysimi</i> (Kaltenbach)	-	01	-	01	-	03	-	-	-	-	-	-	05	0,7
<i>M. persicae</i> (Sulzer)	02	-	03	09	03	01	-	01	01	01	01	-	22	3,2
<i>Pentalonia nigronervosa</i> (Coquerel)	-	-	-	-	04	06	-	03	02	-	-	-	15	2,2
<i>Rhopalosiphum maidis</i> (Fitch)	01	-	-	-	-	-	-	03	-	03	-	-	07	1,0
<i>R. rufiabdominalis</i> (Sasaki)	07	13	01	02	01	01	-	-	-	01	01	-	27	3,9
<i>Tetraneura nigriabdominalis</i> (Sasaki)	01	01	02	06	03	01	-	-	-	-	-	01	15	2,2
<i>Toxoptera citricida</i> (Kirkaldy)	02	-	-	06	-	01	02	02	01	03	06	01	24	3,5
<i>Sarucallis kahawaluokalani</i> Kirkaldy	02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	02	04	0,6
<i>Uroleucon ambrosiae</i> (Thomas)	02	07	12	20	-	02	01	-	-	-	02	-	46	6,7
<i>U. sonchi</i> (L.)	-	04	05	01	-	-	01	-	01	01	-	-	13	1,9
Total	50	72	83	196	32	46	30	93	25	25	18	14	684	99,8

Cuadro 3. Fluctuación poblacional de áfidos alados en Boquerón, Caripe, estado Monagas. Venezuela, 1989.

Nombre científico	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.	Total
<i>Acyrtosiphon</i> sp.	-	02	-	-	02	01	-	01	-	-	-	-	06
<i>Aphis amaranthi</i> Holman	07	14	07	01	06	01	04	10	14	03	04	02	73
<i>A. citricola</i> van der Goot	13	25	45	31	38	101	147	309	43	48	24	-	824
<i>A. coreopsidis</i> (Thomas)	-	-	-	-	-	-	01	-	01	-	-	-	02
<i>A. craccivora</i> Koch	02	09	05	01	02	05	01	-	01	02	01	-	29
<i>A. gossypii</i> Glover	-	01	05	01	02	02	01	04	-	03	-	01	20
<i>A. nerii</i> Boyer de Foscolombe	01	-	-	03	-	04	05	04	02	-	-	-	19
<i>Aulacorthum solani</i> (Kaltenbach)	-	01	02	-	01	01	-	-	-	-	-	-	05
<i>Brevicoryne brassicae</i> (L.)	-	01	-	-	-	01	01	-	01	-	-	-	04
<i>Capitophorus hippophaes</i> (Walker)	-	01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	01
<i>Geopemphigus floccosus</i> (Moreira)	-	-	-	-	-	02	-	-	01	-	01	-	04
<i>Hyperomyzus lactucae</i> (L.)	-	01	-	-	-	-	-	01	01	-	-	-	03
<i>Hysteroneura setariae</i> (Thomas)	-	-	-	-	-	-	01	-	-	-	-	-	01
<i>Lipaphis erysimi</i> (Kaltenbach)	-	-	-	-	01	-	-	01	01	-	-	-	03
<i>Macrosiphum rosae</i> (L.)	-	-	-	-	-	-	-	02	-	-	-	-	02
<i>Macrosiphum</i> sp.	-	-	-	-	03	-	-	01	01	02	02	-	09
<i>Myzus ornatus</i> Laing	-	-	-	-	-	01	-	-	01	-	-	-	02
<i>M. persicae</i> (Sulzer)	01	-	-	07	-	-	-	-	-	-	-	-	08
<i>Picturaphis</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	01	-	01
<i>Rhopalosiphum rufiabdominalis</i> (Sasaki) (Sasaki)	-	03	-	-	01	-	-	-	01	-	-	-	05
<i>Rhopalosiphoninus latysiphon</i> (Davidson)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	01	-	-	01
<i>Sarucallis kahawaluokalani</i>	02	-	-	01	-	-	01	-	-	-	01	-	05
<i>Schizaphis graminum</i> (Rondani)	-	-	-	-	-	-	-	01	-	-	-	-	01
<i>Tetraneura</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	01	-	-	01
<i>T. nigriabdominalis</i> (Sasaki)	-	-	-	01	02	01	03	01	01	02	02	-	10
<i>Toxoptera citricida</i> (Kirkaldy)	-	-	01	03	02	-	07	02	-	04	02	-	21
<i>Uroleucon</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	02	-	-	-	02
<i>U. ambrosiae</i> (Thomas)	-	02	03	06	04	08	03	-	01	03	-	-	30
<i>U. sonchi</i> (L.)	-	-	-	-	-	01	-	01	-	01	-	-	03
Total	26	60	68	54	63	131	173	340	72	68	38	03	1095

La especie de mayor captura durante el año fue *A. citricola*, y su proporción sobre el total de captura fue del 75,20%. *A. amaranthi* le sigue en orden de importancia, con 6,60%. Otras especies presentes durante todo el año, pero en menor porcentaje, fueron: *A. craccivora* (2,60%), *U. ambrosiae* (2,70%), *T. citricida* (1,90%) y *A. gossypii* (1,50%). El resto de las especies no presentan una tendencia definida y *M. persicae* solo fue capturado en dos meses del año en esta oportunidad.

La variación existente en la precipitación mensual entre 1988 y 1989 puede haber afectado las poblaciones de áfidos. En 1988, el 70% de las capturas se efectuaron en los meses de enero a junio. En 1989, solo el 36% se capturó en este lapso (Fig. 1). Las especies capturadas y su incidencia se asemejan a los resultados obtenidos en papa en los meses de enero a julio en la misma región y años (Carrera y Cermeli 2001). Se verifica la presencia durante todo el año de especies importantes como vectores de enfermedades virales en diferentes cultivos, como *A. gossypii*, *A. craccivora*, *Aulacorthum solani*, *M. persicae*, *R. maidis*, y *T. citricida*. *A. citricola* es considerado un vector poco eficiente, pero como alcanza poblaciones muy altas, se puede convertir en un vector importante.

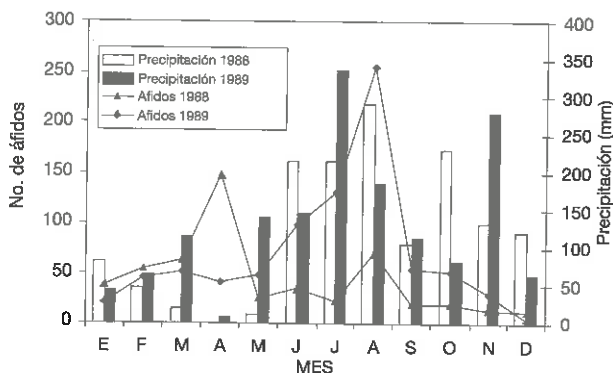


Figura 1. Fluctuación de áfidos alados en relación con la precipitación durante los años evaluados.

El estudio reportó que en 1988 se recolectaron 684 individuos, pertenecientes a 21 especies y, en 1989, 1 095 individuos con 29 especies, siendo la especie más abundante *A. citricola* con 222 y 824 individuos, respectivamente.

Se confirma la variabilidad en cuanto a número de especies y de individuos, así como la fluctuación entre un año y otro, influenciada quizás por las condiciones climáticas y la flora.

La fluctuación del número de individuos en relación con los meses de más alta o baja precipitación no presentó homogeneidad de comportamiento para los años evaluados, lo cual dificulta la identificación de épocas libres de actividad de vuelo de los áfidos.

Agradecimientos

Los autores agradecen la participación de Mariflor de Ortega en la identificación de las especies, así como la participación de los técnicos Luis Carrera y Ricardo Narváez en la recolección de los insectos.

Literatura citada

- Carrera, A; Cermeli, M. 2001. Fluctuación e identificación de áfidos en tres localidades productoras de papa (*Solanum tuberosum* L.) en el estado Monagas, durante los años 1987-1990. *Entomotropica* 16(2):67-72.
- Cermeli, M. 1970. Notas preliminares sobre la fluctuación de áfidos en Cagua, estado Aragua, Venezuela. *Agronomía Tropical* 20(5):311-321.
- Cermeli, M. 1984. Claves para la identificación de áfidos capturados en trampas en Venezuela. Maracay, VE, FONAIAP-Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Instituto de Investigaciones Agronómicas. 162 p.
- Cermeli, M. 1986. Áfidos que atacan a los cítricos en Venezuela. Maracay, VE, FONAIAP. Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Instituto de Investigaciones Agronómicas. 44 p.
- Cermeli, M. 1987. Control de áfidos plagas en Venezuela. *In* Curso de Afidos. Artículos Selectos sobre áfidos y su Importancia Económica en la Agricultura de Centroamérica. CATIE. p. 20-35.
- Harris, KF. 1980. Arthropod and nematode vectors of plant viruses. *Annual Review of Phytopathology* 19:391-426.
- Kennedy, JS; Day, MF; Eastop, VF. 1962. A conspectus of aphids as vectors of plant viruses. London. *Comm. Inst. Entomol.* 114 p.
- Narváez, Z; Cermeli, M. 1993. Distribución y morfometría del áfido verde del ajonjolí, *Myzus persicae* (Sulzer) (Homoptera: Aphididae) entre plantas hospederas y localidades de Venezuela. *Boletín de Entomología de Venezuela* (N.S.) 8(2):133-145.
- Valencia, L.; Trillos, O. 1986. Áfidos de Papa: Identificación, biología, descripción de daños y métodos de seguimiento. *In* Memoria del Curso sobre Control Integrado de Plagas de Papa. Bogotá, CO, Centro Internacional de la Papa. Instituto Colombiano Agropecuario. p. 36-47.

Evaluación de la fecundidad de hembras de *Phyllophaga obsoleta* capturadas con trampas de luz en La Esperanza, Honduras

Luis Vásquez¹

RESUMEN. Se llevó a cabo un estudio comparativo para establecer la fecundidad de hembras adultas de *Phyllophaga obsoleta*, capturadas con trampas de luz en La Esperanza, Honduras. El objetivo fue comparar el número promedio de huevos de estas hembras y los de hembras vírgenes capturadas en el suelo antes de su emergencia natural en las mismas localidades. Los resultados indican que el número de hembras fértiles capturadas con trampas de luz es la mitad del número de hembras fértiles capturadas en el suelo. El promedio de huevos por hembra fértil y el rango máximo de huevos encontrado en una hembra capturada con trampas de luz fueron también dos veces menores a los de las hembras capturadas en el suelo.

Palabras clave: Capacidad de reproducción, gallina ciega, *Phyllophaga obsoleta*.

ABSTRACT. An evaluation of the fertility of adult females of *Phyllophaga obsoleta*, captured with light traps in La Esperanza, Honduras. A comparative study was carried out to establish the reproductive capacity of adult *Phyllophaga obsoleta* females captured with light traps in La Esperanza, Honduras. The objective was to compare the average number of eggs of these females with those of virgin females captured in the soil before their natural emergence in the same localities. The results indicate that fertile females captured with light traps were half as many as those captured in the soil. The average of eggs per fertile female and the maximum range of eggs found in one female captured with light traps were also half as many as those found in females captured in the soil.

Key words: Reproductive capacity, white grub, *Phyllophaga obsoleta*.

Introducción

La gallina ciega es una de las plagas del suelo más importantes de Centroamérica (Andrews y Quezada 1989). El género *Phyllophaga* Harris es probablemente el más abundante y el que agrupa las especies de gallina ciega de mayor importancia económica (King y Saunders 1984, Schmutterer *et al.* 1990, King 1996). En Centroamérica, se han identificado más de 100 especies de *Phyllophaga* (Morón 1996); King y Saunders (1984) y Ayala y Monterroso (1998) destacan a *P. elenans* (Saylor), *P. menetriesi* (Blanchard), *P. obsoleta* (Blanchard), *P. hondura* (Saylor), *P. parvisetis* (Bates) y otras 12 especies más como las más comunes y perjudiciales. Entre las especies identificadas en Honduras están *P. elenans*, *P. sanjosicola* Saylor, *P.*

menetriesi, *P. dasypoda* Bates, *P. parvisetis*, *P. obsoleta*, *P. vetula* (Horn), *P. (Chlaenobia) tumulosa* (Bates) y *P. hondura* (King y Saunders 1984, King 1996, Lastres 1996, Morón 1997, Vásquez y Toledo 1998).

En La Esperanza, *P. obsoleta* fue identificada por la Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA) como la especie dominante (77% de todas las especies capturadas) en recolecciones conducidas utilizando trampas de luz durante el período de lluvias de 1998 (Vásquez y Toledo 1998). La importancia económica de *P. obsoleta* fue corroborada un año después, con recolecciones de adultos hechas directamente del suelo semanas antes de comenzar el período de lluvias de 1999. En este nuevo estudio, se

¹ Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA). Apartado postal 2067, San Pedro Sula, Honduras. dinves@fhia.org.hn

recolectaron del suelo 517 adultos en las mismas localidades y ambientes ecológicos que se utilizaron en 1998 para hacer las recolecciones con trampas de luz. Los resultados indicaron que 95% de las gallinas ciegas que se encontraron en el suelo y, por tanto, causando daños a los cultivos, eran *P. obsoleta* (Vásquez 1999). Durante ese estudio, se observó lo que diera origen a este: la gran diferencia que existe entre la apariencia grávida de las hembras vírgenes que se encuentran en el suelo antes de salir con las lluvias y el de las hembras que se recolectan con trampas de luz.

Las trampas de luz pueden utilizarse para el monitoreo de adultos de gallina ciega (Ayala y Monterroso 1998) debido a la poderosa fototaxia positiva que tienen estos insectos durante la noche en la época de reproducción. En algunos lugares, es tan impresionante el número de adultos de gallina ciega que se agrupan y mueren alrededor de cualquier fuente de luz, que se ha considerado la posibilidad de utilizar las trampas de luz como un método de control (Hernández y Monterroso 1990, Badilla 1994, Badilla *et al.* 1999, Coto 2000, Rodríguez 2000).

Tal es el caso de proyectos en los cuales se ha incentivado a los agricultores, pagándoles por cada adulto muerto de gallina ciega capturado con trampas de luz². Resulta lógico pensar que la captura masiva de adultos con trampas de luz puede reducir el impacto generacional de la plaga sobre los cultivos (Badilla *et al.* 1999). Sin embargo, esto no ha sido demostrado, y una de las razones por las cuales el control masivo con trampas de luz podría no ser una práctica efectiva de control es el estado reproductivo de las hembras capturadas. No hay control posible con trampas de luz si se capturan hembras cuya mayoría ya ha ovipositado. El objetivo de este estudio, por consiguiente, es determinar la fecundidad de las hembras adultas de *P. obsoleta* capturadas con trampas de luz en La Esperanza, Honduras.

Materiales y métodos

Durante los meses de mayo y junio del 2000 la FHIA realizó recolecciones semanales de adultos de Melolonthidae listos para emerger del suelo antes del período de lluvias. Se seleccionaron tres localidades de vocación hortícola y forestal en la zona de La Esperanza: El Pelón, Buena Vista y Santa Catarina, a 1900, 1900 y 1680 msnm, respectivamente. Para los

muestreos, se seleccionaron en cada localidad tres sitios con diferentes características ecológicas: bosque (constituido predominantemente por árboles de pino, *Pinus* sp. y encino, *Quercus* sp.), tierras incultas, y tierras cultivadas. Para cada sitio de muestreo se seleccionaron al azar 5 lugares, y en cada lugar se cavó un agujero de 1 x 1 x 0,2 m de profundidad. Luego, se procedió a tamizar y recolectar todos los adultos de gallina ciega de cada agujero. Para cada muestra se registró la localidad, la fecha, y el número de adultos recolectados por muestra. En el caso de terrenos cultivados y de tierras incultas, se registró además el cultivo y lo que se cultivó en el mismo sitio durante el año anterior. Las muestras fueron registradas, identificadas hasta especie y preservadas en alcohol al 70%. En el laboratorio, se contaron y clasificaron por sexo los adultos. Una vez clasificados, las hembras fueron disecadas y se contó el número de huevos presentes en el abdomen (Figs. 1 y 2). En este estudio se utilizó además la genitalia de los machos para su identificación hasta especie. Después de las primeras lluvias de mayo y junio, se colocaron trampas de luz, según el procedimiento de Manabe (1992), en las mismas localidades donde se hicieron las recolecciones del suelo y se evaluó, tal y como se hizo con los adultos recolectados del suelo, la especie, el sexo y el número de huevos en el abdomen de las hembras capturadas.

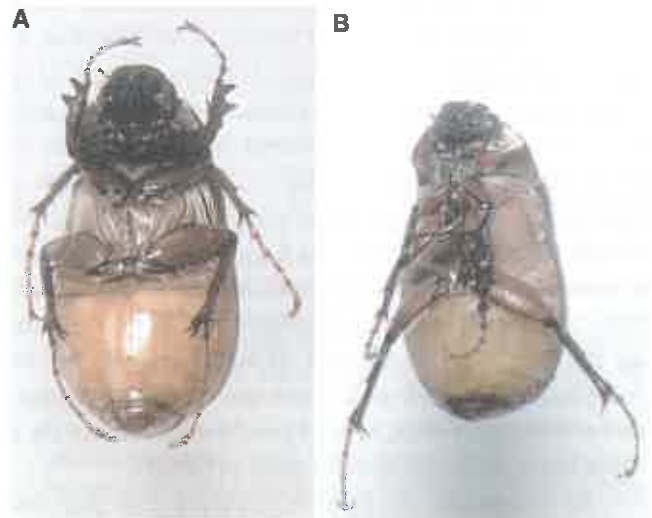


Figura 1. A. Hembra grávida de *Phyllophaga obsoleta* capturada en el suelo mostrando los huevos a través del abdomen. B. hembra de *P. obsoleta* capturada en trampas de luz.

² Krigsvold, DT. 1990. USAID/PROEXAC. (Comunicación personal).



Figura 2. Hembra adulta virgen y fértil de *Phyllophaga obsoleta* colectada en el suelo, mostrando los huevos contenidos en su abdomen.

Para el análisis, se diferenciaron entre las hembras con huevos y sin ellos, recolectadas del suelo y en trampas de luz. Se utilizaron medidas estadísticas de tendencia central y pruebas *t* para diferenciar entre las medias de las poblaciones.

Resultados y discusión

De las muestras de suelo se recolectó un total de 1 300 adultos de *P. obsoleta*, de los cuales aproximadamente el 47% fueron hembras. La mayoría de las hembras colectadas del suelo (60%) contenía huevos en su abdomen y, por lo tanto, había comenzado la madurez sexual. Puede suponerse, sin embargo, que este número (60%) podría ser mayor (>98%) si las hembras hubiesen emergido del suelo por sí solas, porque al extraer los insectos del suelo se podría estar adelantando un proceso natural de emergencia. En otras palabras, muchas de las hembras colectadas de esta forma podrían no haber completado su madurez sexual y en consecuencia no haber alcanzado todavía el máximo de huevos que podrían tener en su abdomen. Se desconoce, sin embargo, si todas o la mayoría de las hembras abandonan el suelo cuando ya han completado el total de huevos que han de ovipositar en los próximos días, lo cual puede constituirse en un buen tema de investigación para el futuro.

El promedio de huevos recolectados por cada hembra adulta fue de 13,90 para las hembras que habían comenzado su madurez sexual y de 8,34 para todas las hembras, incluyendo las que no tenían huevos (Cuadro 1). El número de huevos encontrado por hembra en el suelo varió entre 0 y 67. Este rango señala el potencial de oviposición que tienen las hem-

bras de *P. obsoleta* y sugiere, al igual que con el porcentaje de hembras fértiles, que el promedio obtenido de 13,90 huevos/hembra podría ser más alto.

Con las trampas de luz se recolectó un total de 456 adultos de *P. obsoleta*, de los cuales aproximadamente 43% resultaron ser hembras. El 27% de las hembras capturadas con trampas de luz contenía huevos en su abdomen, lo cual contrasta con el 60% (más del doble) de hembras fértiles que se encontró en el suelo en las mismas localidades. El rango máximo de huevos encontrados en las hembras recolectadas con trampas de luz fue también menor y varió de 0 a 37, casi la mitad de lo encontrado en las hembras capturadas en el suelo (hasta 67 huevos). La prueba de *t* para el intervalo de confianza ($\alpha = 0,95$) de la media de la población de huevos por hembra en trampas de luz ($2,09 \pm 4,82$, $n = 196$) indica que el número de huevos por hembra recolectada con trampas de luz fue estadísticamente menor al promedio de huevos ($8,34 \pm 8,84$, $n = 612$) encontrados por hembra en el suelo. Hay aproximadamente 7 veces menos huevos en las hembras capturadas en trampas de luz que en el caso de las hembras fértiles colectadas en el suelo (Cuadro 1). Lo mismo se sostiene para el promedio de huevos encontrado solo en hembras fértiles y probablemente grávidas capturadas en trampas de luz ($5,86 \pm 6,57$, $n = 72$), el cual fue un poco más que dos veces menor que el de las hembras fértiles recolectadas del suelo.

Los resultados indican que tanto el número como el promedio de huevos por hembra fértil capturada con trampas de luz son menores al número y el promedio de huevos de las hembras fértiles que están por emerger del suelo. En el momento de ser atrapadas por una trampa de luz, una buena cantidad de las hembras de *P. obsoleta* ha tenido el tiempo suficiente para aparearse y ovipositar en el campo, lo que reduce considerablemente el potencial de control que sobre esta plaga podría tener este método de trapeo. En consecuencia, las trampas de luz, tal y como fueron utilizadas en este estudio, no parecen ser una alternativa de combate de *P. obsoleta* mediante el trapeo masivo. Los datos señalan también que las hembras sin huevos son más susceptibles de ser atraídas y controladas con trampas de luz (63%, Cuadro 1) que las que tienen huevos (27%, Cuadro 1) por lo que sería importante investigar si el grado de susceptibilidad de las hembras varía de acuerdo con su estado reproductivo (fértil, virgen, apareada o que ya ha ovipositado).

Cuadro 1. Promedio de huevos por hembra adulta de *Phyllophaga obsoleta* recolectada en el suelo y en trampas de luz en tres localidades distintas de La Esperanza, Honduras. Mayo y junio del 2000.

Origen de la muestra	n	%	Promedio (± s) de huevos/hembra ¹	Relativo ²
Recolectadas en el suelo	612	100	8,34 ± 8,84	1,66
Hembras con huevos	367	60	13,90 ± 9,22 a	Máximo
Hembras sin huevos	245	40	0,00 ± 0,00	---
Recolectadas en trampas de luz	196	100	2,09 ± 4,82 b	6,65
Hembras con huevos	72	27	5,68 ± 6,57 c	2,44
Hembras sin huevos	124	63	0,00 ± 0,00	---

¹ Medias seguidas de la misma letra no son estadísticamente diferentes (prueba de t, α = 0,95).

² Relativo al promedio máximo de huevos encontrados por hembra.

En conclusión, el promedio de huevos de una hembra fértil de *P. obsoleta* al ser capturada en una trampa de luz es hasta siete veces menor al promedio de huevos que una hembra fértil tiene al momento de emerger del suelo. Este hallazgo cuestiona el impacto que podría tener un programa de control basado en la captura de adultos con trampas de luz para esta especie y localidad.

Agradecimientos

El autor agradece a Arnold Cribas y Wilfredo Martínez por su apoyo en la conducción de este estudio.

Literatura citada

- Andrews, KL; Quezada, JR. 1989. Manejo integrado de plagas insectiles en la agricultura: Estado actual y futuro. HN, Escuela Agrícola Panamericana El Zamorano. 623 p.
- Ayala, JE; Monterroso, LE. 1998. Aspectos básicos sobre la biología de la gallina ciega. San José, CR. Programa Regional de Reforzamiento a la Investigación Agronómica sobre los granos en Centro América. 31 p.
- Badilla, F. 1994. Manejo integrado de jobotos *Phyllophaga* spp., en el cultivo de la caña de azúcar en Costa Rica. San José, CR. DIECA. 27 p. (Mimeografiado).
- _____; Chacón, M; Sáenz, C. 1999. Utilización de trampas de luz para la captura de adultos de *Phyllophaga* spp., en caña de azúcar, en Costa Rica. Manejo Integrado de Plagas 51:59-65.
- Coto, D. 2000. Gallinas ciegas como plagas de cultivos anuales y perennes. Manejo Integrado de Plagas 55. Hoja Técnica No. 32.
- Hernández, AG; Monterroso, D. 1990. El sistema de alarma, un componente integrado del manejo de plagas. Propuesta para el manejo de *Phyllophaga* spp. GT, TIKALIA. 8:17-28.
- King, ABS; Saunders, JL. 1984. Las plagas invertebradas de cultivos anuales alimenticios en América Central. Londres, UK, ODA. 182 p.
- _____. 1996. Biología e identificación de *Phyllophaga* de importancia económica en América Central. In Shannon, PJ; Carballo, M. eds. Biología y control de *Phyllophaga* spp. Turrialba, CR, CATIE. 132 p. (Serie Técnica No. 277).
- Lastres, L. 1996. Incidencia de *Phyllophaga* spp. en Honduras. In Shannon, PJ; Carballo, M. eds. Biología y control de *Phyllophaga* spp. Turrialba, CR, CATIE. 132 p. (Serie Técnica No. 277).
- Manabe, K. 1992. Dinámica poblacional de adultos de gallina ciega, *Phyllophaga* sp. Proyecto Demostrativo Agrícola de La Esperanza (P.D.A.E.). La Esperanza, Intibucá, HN. Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA).
- Morón, MA; Hernández, SR; Ramírez, AC. 1996. El complejo "gallina ciega" (Coleoptera: Melolonthidae) asociado con la caña de azúcar en Nayarit, México. Folia Entomológica Mexicana 98:1-44.
- _____. 1997. White grubs (Coleoptera: Melolonthidae: *Phyllophaga* Harris) in Mexico and Central America. A brief review. Trends in Entomology 1:117-128.
- Rodríguez, L. 2000. Evaluación de la eficiencia de trampas artesanales con dos intensidades de luz, en la captura de adultos de *Phyllophaga* spp. Tesis de Ingeniería. HN, Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano. 39 p.
- Schmutterer, H; Cruz, RR; Cicero, J. 1990. Plagas de las plantas cultivadas en el Caribe con consideración particular en la República Dominicana. Eschborn, DE. GTZ. 640 p.
- Vásquez, L; Toledo, M. 1998. Descripción de las especies de gallina ciega adultas capturadas con trampas de luz durante el período de lluvias del año 1988 en La Esperanza, Honduras. Informe Técnico Anual, PDAE. La Lima, HN, FHIA.
- _____. 1999. Descripción de las especies de gallina ciega adultas capturadas en el suelo antes del período de lluvias del año 1999 en La Esperanza, Honduras. Informe Técnico Anual, PDAE. La Lima, HN, FHIA.

Toxicidad sobre *Apis mellifera* de cebos empleados en el combate de moscas de la fruta

Víctor M. Domínguez M.¹
Jorge Luis Leyva V.²
Daniel S. Moreno³
F. Javier Trujillo A.²
Raquel Alatorre R.²
A. Enrique Becerril R.⁴

RESUMEN. Se comparó el impacto que tienen los cebos tóxicos para moscas de la fruta sobre las abejas, *Apis mellifera*. Para el análisis estadístico, se utilizó un diseño bifactorial con cuatro niveles por cada factor. En el factor cebo, el cebo con malatión mató el 30,93% y 38,13% de las abejas a las 24 y 48 h, respectivamente; el cebo con el colorante floxina B mató el 0,94% y 7,5% en los mismos períodos de tiempo. En el factor tiempo residual, a los cero minutos de residualidad la mortalidad de las abejas fue de 25,63% y 29,38% a las 24 y 48 h. Cuando las abejas se expusieron 60 minutos después de aplicar los cebos, la mortalidad disminuyó a 0,32% y 3,13% a las 24 y 48 h, respectivamente. La combinación de los factores anteriores que mató el 100% de las abejas fue el cebo con malatión y cero minutos de residualidad. El cebo con el colorante floxina B más tóxico fue a los cero minutos, con una mortalidad de 17,5% a las 48 h. De acuerdo con estos resultados, los cebos con malatión tienen un efecto tóxico mayor que el cebo con floxina B sobre las poblaciones de abejas, por lo que es posible sustituir el malatión como ingrediente activo por el colorante floxina B en la mezcla de cebos tóxicos para el combate de moscas de la fruta.

Palabras clave: Floxina B, malatión, *Anastrepha* spp., proteína hidrolizada, *Mangifera indica*.

ABSTRACT. Effect of toxic baits for fruit flies on *Apis mellifera*. This paper evaluates the effect of toxic baits used to control fruit flies on honey bees. A factorial design was used with two factors (toxic bait and time), of four levels each. The malathion bait killed up to 30.93% and 38.13% of honey bees at 24 and 48 hours, respectively; phloxine B bait killed 0.94% and 7.5% during the same periods. Exposure of bees to phloxine B bait at 0 minutes caused 25.63% and 29.38% mortality at 24 and 48 hours, and at and at 60 minutes mortality declined to 0.32% and 3.13% at 24 and 48 hours, respectively. The combination of factors that killed 100% of honey bees was exposure to malathion bait at 0 minutes. Exposure to phloxine B bait at 0 minutes caused 17.5% of mortality in 48 hours. According to these results, malathion baits have a more toxic effect than phloxine B baits on bee populations; therefore, it is possible to replace the malathion active ingredient for the dye phloxine B in the mixture of toxic baits for fruit fly control.

Key words: Phloxine B, malathion, *Anastrepha* spp., yeast hidrolizate, *Mangifera indica*.

Introducción

El gran valor de las abejas *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae) como polinizadoras de cultivos agrícolas justifica los esfuerzos para protegerlas de los efectos de los plaguicidas. Las abejas realizan diariamente múltiples viajes de forrajeo para recolectar néctar, polen, agua y propóleos, y son activas a tempe-

raturas superiores a los 13°C (Gary *et al.* 1972). Estas características las hacen vulnerables a los insecticidas, especialmente durante las campañas de erradicación, donde se tratan repetidamente áreas extensas con insecticidas que pueden contaminar alimentos, agua y otros materiales del ambiente.

¹ Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias y Ambientales de la Universidad Autónoma de Guerrero. Prol. M. Hidalgo 168, Col. Juan N. Alvarez, C.P. 40020, Iguala, Guerrero, México. vidoma02@yahoo.com.mx

² Instituto de Fitosanidad del Colegio de Postgraduados, Montecillo, Estado de México, México. jllejva@colpos.mx, jtrujill@colpos.mx, alatoros@colpos.mx

³ Crop Quality and Fruit Insects Research, Building 200, Kika de la Garza Subtropical Agricultural Research Center, USDA-ARS, 2413 East Highway 83, Weslaco, TX 78596. EUA. dmoreno@weslaco.ars.usda.gov

⁴ Instituto de Recursos Naturales del Colegio de Postgraduados, Montecillo, Estado de México, México. becerril@colpos.mx

En el combate del complejo de moscas de la fruta se utilizan mezclas de insecticida y cebo formuladas con malatión y proteína hidrolizada. Sin embargo, su uso se ha vuelto controversial debido a su repercusión negativa en la salud humana (Flessel *et al.* 1993, Marty *et al.* 1994) y a su efecto dañino en insectos benéficos, incluyendo las abejas y enemigos naturales de insectos plaga (Ehler y Endicott 1984, Hoy y Dahlsten 1984, Cohen *et al.* 1987, Daane *et al.* 1990, Hoelmer y Dahlsten 1993, Messing *et al.* 1995). Las aplicaciones aéreas de la mezcla de malatión y proteína hidrolizada para el control de la mosca del mediterráneo, *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae), dañaron las poblaciones de tijerillas, *Forficula auricularia* L. (Dermaptera: Forficulidae), de escarabajos del suelo (Coleoptera: Carabidae), grillos de los árboles (Oecanthinae) y cochinillas (Crustacea) (Troetschler 1983). Gary y Mussen (1984), quienes evaluaron el impacto de este cebo tóxico en las abejas durante la campaña contra la mosca del mediterráneo en el norte de California, concluyeron que existe una mortalidad significativa de las abejas, asociada con las aplicaciones semanales de la mezcla de malatión y proteína hidrolizada, lo que eventualmente reduce las poblaciones de las colonias a niveles que causan pérdidas económicas y amenazan la supervivencia de las abejas durante el invierno.

Por otro lado, existe un rechazo generalizado al uso del malatión por parte del público consumidor en los países importadores de frutas, como es el caso de los EUA (Batkin 1995, Liquido *et al.* 1995), principal mercado importador de mango para países productores, ya que se han registrado efectos negativos en la salud humana causados por las aspersiones de este tóxico (Flessel *et al.* 1993, Marty *et al.* 1994). Lo anterior originó que la Agencia de Protección Ambiental de ese país (EPA) incluyera el malatión en la lista de plaguicidas cuyos índices de tolerancia en alimentos deben ser reevaluados, bajo los estándares de seguridad del Acta de Protección de Calidad de los Alimentos (FQPA) (Federal Register 1999). Es indudable, por tanto, que deben buscarse productos alternativos al malatión específicos para moscas de la fruta, que sean seguros para mamíferos y en consecuencia compatibles con el manejo integrado de esta plaga y de bajo impacto ecológico. Un sustituto posible del malatión es el colorante fotoactivo floxina B.

Varios colorantes sintéticos y productos naturales son tóxicos para una variedad de insectos cuando se

exponen a la luz; este mecanismo es conocido como acción fotodinámica o fototóxica, y los productos químicos con esta propiedad se conocen como fotosensibilizadores. El mecanismo involucra la ingestión del fotosensibilizador por parte de los insectos y la exposición a una fuente de luz, lo que resulta en la muerte de la plaga. La acción fototóxica incluye la oxidación de varios substratos y, como consecuencia, la desactivación del sistema biológico, la distorsión de membranas, la desactivación de enzimas y la muerte celular (Pimprikar y Coign 1987, Spikes y Straight 1987).

Algunas especies de insectos muestran susceptibilidad a este tipo de compuestos, como el picudero, *Anthonomus grandis* Boheman (Coleoptera: Curculionidae) (Callahan *et al.* 1975), la mosca doméstica, *Musca domestica* L. (Yoho *et al.* 1976), la mosca de los establos, *Musca autumnalis* DeGeer (Diptera: Muscidae) (Fondren y Heitz 1978), diversas especies de culícidos (Pimprikar *et al.* 1979, Carpenter y Heitz 1981, Carpenter *et al.* 1981), el gusano trozador negro, *Agrotis ypsilon* (Rottemburg) (Lepidoptera: Noctuidae) (Clement *et al.* 1980), y la hormiga de fuego negra, *Solenopsis richtieri* Forel (Hymenoptera: Formicidae) (Broome *et al.* 1975).

Moreno y Mangan (1995) desarrollaron un sistema de cebo tóxico para el control de *Anastrepha ludens* con proteína hidrolizada y el colorante floxina B. La efectividad de esta mezcla se evaluó en el laboratorio y en jaulas de campo. Los resultados indican que esta mezcla podría sustituir al malatión en las aplicaciones de campo; sin embargo, es necesario evaluar su impacto en otros insectos que no están sujetos al control. El objetivo de este trabajo fue comparar el impacto de los cebos tóxicos formulados con malatión y con el colorante floxina B en la mortalidad de las abejas.

Materiales y métodos

El trabajo se realizó del 5 de febrero al 15 de marzo 1997, en el Laboratorio de Entomología de la Escuela Superior de Agricultura de la Universidad Autónoma de Guerrero, localizada en el kilómetro 2,5 de la carretera Iguala-Tuxpan, en la localidad de Iguala, Guerrero, México, a una altitud de 735 msnm. El clima de la región es cálido subhúmedo, con un porcentaje de lluvias durante el invierno menor al 5%. La temperatura media anual varía de 25 a 26°C y el mes más cálido es mayo. La precipitación media anual es de 977 mm (García 1988). La temperatura ambiente para el

período de estudio fluctuó entre 15 y 25°C, con temperaturas máximas de 32 a 39°C y mínimas entre 15 y 22,5°C. Se registraron evaporaciones de entre 5,22 y 12,86 mm, y el cielo se mantuvo despejado durante el desarrollo de los experimentos.

Los tratamientos (Cuadro 1) consistieron de cebos tóxicos, utilizados para el combate químico de moscas de la fruta. El cebo tóxico malatión-proteína hidrolizada se preparó con malatión concentrado emulsionable al 57%, proteína hidrolizada y agua, en una proporción de 1:4:95, respectivamente. Para el tratamiento floxina B-Mazoferm se utilizó el colorante floxina B en polvo al 98% de i.a, en una proporción de 0,5%, el cual se agregó a la mezcla de atrayente Mazoferm (Cuadro 2), completando el 100% con agua. El tratamiento con Mazoferm consistió en la mezcla de atrayente consignada en el Cuadro 2, sin floxina B. En el testigo no se hizo ninguna aplicación. A cada tratamiento se le dio un período residual de 0, 15, 30 y 60 minutos antes de exponer las abejas a los mismos. Se utilizó un diseño bifactorial con un arreglo de tratamientos completos al azar, con cuatro niveles para cada factor y cuatro repeticiones. Los factores evaluados fueron cebos tóxicos y tiempo residual.

Cuadro 1. Tratamientos evaluados para determinar la susceptibilidad de abejas *Apis mellifera* a cebos tóxicos para el control de moscas de la fruta.

Tratamientos	Descripción
1	Malatión + proteína hidrolizada
2	Floxina B + Mazoferm
3	Mazoferm
4	Testigo

Las abejas se recolectaron (en etapa de forrajeo, mayores de 21 días de edad) de la parte superior de las colmenas. Cada tratamiento fue asperjado

sobre una hoja de mango y se les dio un tiempo residual de 0, 15, 30 y 60 minutos, al término de los cuales se hizo caminar a las abejas de un extremo al otro sobre las hojas tratadas, de tal forma que los extremos de las patas estuvieran en contacto con la superficie contaminada; después se confinaron en grupos de 20 en jaulas de cría de 30 x 30 x 30 cm. Las aplicaciones se realizaron a las 11:00 h. Las cajas con las abejas se colocaron en el interior del laboratorio después de los tratamientos, con el fin de que se activara el colorante. Al día siguiente, se sacaron a la luz natural, sin permitir los rayos solares directos, por una hora; al término de este tiempo, se introdujeron nuevamente al laboratorio, donde la temperatura fluctuó entre 27 y 30°C.

La variable de estudio consistió en la mortalidad de las abejas a las 24 y 48 h tras su exposición a los cebos. Los datos se analizaron mediante análisis de varianza y las medias de los tratamientos se compararon con la prueba de Tukey (SAS Institute 1998).

Resultados y discusión

El análisis estadístico para la mortalidad de abejas por cada factor (cebos tóxicos y tiempos residuales) reveló diferencias altamente significativas ($P = 0,0001$) entre los niveles evaluados, tanto a las 24 como a las 48 h de exposición, así como para la interacción de ambos factores en los dos períodos de evaluación (24 y 48 h). En el factor cebos tóxicos a las 24 h, el malatión + proteína hidrolizada (MPH) fue el más tóxico, causando una mortalidad de 30,93% ($\alpha \leq 0,05$) (Fig. 1). Los tratamientos floxina B + Mazoferm (FBM) y Mazoferm solo (MSO) no mostraron diferencias significativas con respecto al testigo (TES)

Cuadro 2. Ingredientes de la formulación floxina B-Mazoferm¹.

Ingrediente	Descripción	Uso	Porcentaje(%)	Cantidad en 1000 ml
Mazoferm 802	Proteína hidrolizada de maíz	Atrayente	70	700
Invertosa	Jarabe de maíz	Fagoestimulante	20	200
Glicol polietílico	Conservador de alimentos	Humectante	1	10
Aceite de soya	Uso doméstico	Liposolvente	1	10
Polisorbato-60	Aditivo de fármacos	Emulsificador y dispersante	1	10
Ácido acético	Conservador de alimentos	Conservador y atrayente	0,6	6
Agua			Variable ²	

¹ Desarrollada por Moreno y Mangan (1995).

² La cantidad varió de acuerdo con la concentración de floxina B, hasta completar el 100% de la mezcla (1000 ml).

($\alpha \leq 0,05$), y las mortalidades fueron menores al 1% (Fig. 1). A las 48 h, el cebo tóxico MPH se mantuvo como el tratamiento más tóxico, con porcentaje de mortalidad de 38,13%, es decir, 7,2% más con respecto a la lectura de las 24 h; en este período (48 h), el cebo FBM incrementó la mortalidad a 7,5%, mientras que el Mazoferm solo no fue estadísticamente diferente del testigo, con una mortalidad menor al 1% (Fig. 1).

Estos resultados indican que el impacto del cebo con malatión sobre las abejas es muy severo, comparado con aquellos cebos cuya toxicidad se debe al colorante floxina B. En el campo, las aplicaciones del malatión con proteína hidrolizada afectarán las abejas que en el momento de la aplicación se encuentren forrajeando en una proporción mucho más alta que los que contengan floxina B, pues hay antecedentes de que la proteína hidrolizada no atrae a las abejas (Troetschler 1983), como sí sucede con otros cebos trampa (Caron y Morse 1972, Ladd *et al.* 1974).

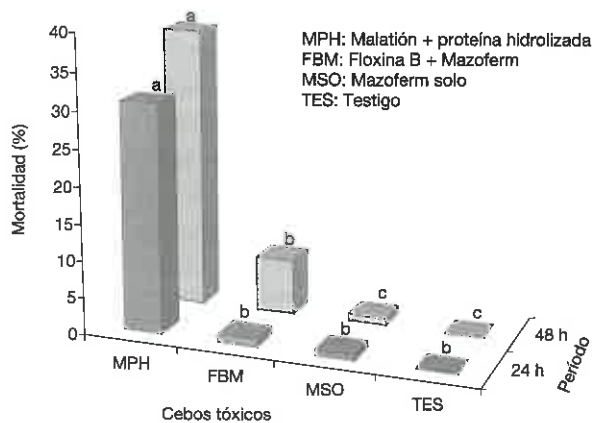


Figura 1. Porcentaje de mortalidad de abejas *Apis mellifera* expuestas a cebos tóxicos para moscas de la fruta (barras con la misma letra dentro de períodos de evaluación son estadísticamente iguales, prueba de Tukey, $\alpha \leq 0,05$).

Los cebos tóxicos con floxina B tienen doble ventaja sobre el malatión, ya que las abejas que resultan intoxicadas por este lo son por contacto y al ingerir el insecticida en el proceso de acicalamiento, mientras que aquellas afectadas por la floxina B lo son solamente por ingestión, porque el colorante no actúa por contacto. Lo anterior explica la diferencia de mortalidad entre los cebos tóxicos, e indica que el mayor porcentaje de mortalidad se debe a la exposición de las abejas a una superficie contaminada con malatión. De hecho, en las campañas para controlar o erradicar

algunas especies de insectos, en las cuales se hacen aplicaciones masivas de malatión en grandes superficies, las abejas no escapan a los efectos de este insecticida, como ha sucedido en las campañas contra la langosta (Levin *et al.* 1968) y contra los mosquitos (Colburn y Langford 1970).

Es posible que el porcentaje de mortalidad causado por el atrayente Mazoferm, cuando se utilizó sin ingrediente activo, tanto a las 24 como a las 48 h, se debiera al efecto de uno o más de los componentes de la mezcla de este atrayente; por ejemplo, los surfactantes pueden tener algún impacto en las abejas, como lo señalan Moffet y Morton (1973, 1975).

Con respecto al factor tiempo residual, la exposición de las abejas inmediatamente después de la aspersión de los tratamientos (0 min) provocó la mayor mortalidad tanto a las 24 como a las 48 h (Fig. 2). El porcentaje de mortalidad disminuyó conforme se incrementaba el tiempo transcurrido antes de la exposición de las abejas a las superficies tratadas. En el registro de las 24 h, al exponer las abejas a los 15, 30 y 60 minutos después de la aspersión, no se detectaron diferencias significativas ($\alpha \leq 0,05$). En la lectura de las 48 h, cuando se expusieron las abejas inmediatamente después de asperjar los tratamientos, la mortalidad se incrementó a 29,38% (3,75% más con respecto al período de las 24 h); a los 15 minutos, la mortalidad fue de 10,62%, mientras que con períodos residuales de 30 y 60 minutos las mortalidades no fueron estadísticamente diferentes entre sí (Fig. 2).

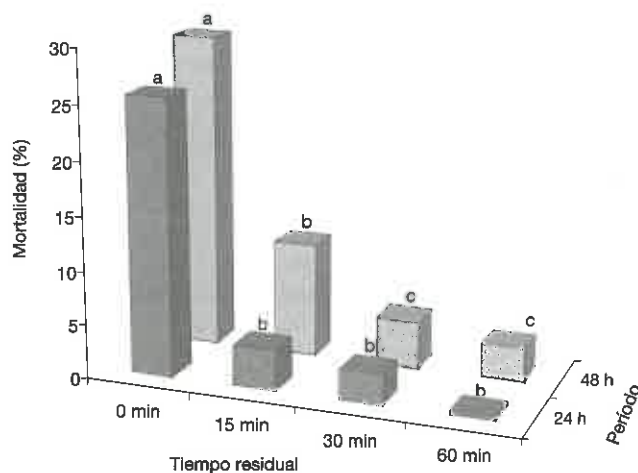


Figura 2. Porcentaje de mortalidad de abejas *Apis mellifera* según tiempo residual después del cual las abejas son expuestas a cebos tóxicos (barras con la misma letra dentro de períodos de evaluación son estadísticamente iguales, prueba de Tukey, $\alpha \leq 0,05$).

Estos resultados indican que la aplicación de cualquiera de los cebos tóxicos tiene un efecto mayor sobre las abejas inmediatamente después de aplicados, y que este efecto se reduce con tiempos residuales mayores. La exposición de las abejas después de 60 minutos de aplicados los cebos prácticamente no tiene efecto en la mortalidad. Lo anterior parece lógico si se considera que no existe atracción de la proteína hidrolizada, y las abejas que llegan a una superficie contaminada, como las hojas o inflorescencias, cuando el cebo ya está seco, no se acicalarán y, por lo tanto, no ingerirán el tóxico.

Con relación a la interacción de los dos factores (cebos tóxicos y tiempos residuales), en el registro de las 24 h el malatión + proteína hidrolizada con cero minutos de residualidad fue el tratamiento que mató el 100% de las abejas, es decir, al exponerlas inmediatamente después de la aspersión (Cuadro 3). Este mismo tratamiento, a los 15 y 30 minutos de residualidad, mató el 11,25% de las abejas tratadas, es decir, 88,75% menos que con cero minutos de residualidad. El cebo con el colorante floxina B más tóxico fue la combinación con el tiempo residual de 15 minutos, con apenas 2,5% de mortalidad; sin embargo, este valor no superó estadísticamente al resto de los tratamientos, incluyendo al testigo (Cuadro 3).

En el registro de las 48 h, el tratamiento de floxina con Mazoferm a los cero minutos de residualidad no fue estadísticamente diferente al malatión + proteína hidrolizada con 15 minutos (Cuadro 4); estos dos tratamientos fueron los más tóxicos, después de malatión con proteína hidrolizada al minuto cero, que mató el 100% de las abejas desde las 24 h, con 27,5 y 17,5% de mortalidad, respectivamente. Las mezclas de floxina B con Mazoferm al minuto cero y 15, y malatión con proteína hidrolizada a los 30 y 60 minutos tampoco fueron estadísticamente diferentes entre sí; las mortalidades variaron entre 17,5 y 10,0%. El resto de los tratamientos no fueron estadísticamente diferentes entre sí (Cuadro 4).

De acuerdo con los resultados, los cebos con malatión tienen un efecto tóxico mayor que el cebo con floxina B sobre las poblaciones de abejas, por lo que es posible sustituir el malatión como ingrediente activo por el colorante floxina B en la mezcla de cebos tóxicos para el control de moscas de la fruta.

Es importante reiterar que el modo de acción de los colorantes fototóxicos es estomacal, lo que implica que los insectos deben alimentarse del colorante y exponerse a los rayos del sol para que ejerza un efecto sobre ellos. En el caso de las abejas, que no están siendo combatidas, los antecedentes indican

Cuadro 3. Efecto de la interacción de cebos tóxicos con tiempos residuales sobre el porcentaje de mortalidad de abejas *Apis mellifera* a las 24 h.

Cebo tóxico	Tiempo residual (en minutos)	% Mortalidad \pm s
Malatión + proteína hidrolizada	0	100,00 \pm 0,00 a ¹
Malatión + proteína hidrolizada	15	11,25 \pm 7,50 b
Malatión + proteína hidrolizada	30	11,25 \pm 8,53 c
Floxina + Mazoferm	15	2,50 \pm 2,88 c
Floxina + Mazoferm	0	1,25 \pm 2,50 c
Malatión + proteína hidrolizada	0	1,25 \pm 2,50 c
Floxina + Mazoferm	30	0,00 \pm 0,00 c
Floxina + Mazoferm	60	0,0 \pm 0,00 c
Mazoferm	0	0,00 \pm 0,00 c
Mazoferm	15	0,00 \pm 0,00 c
Mazoferm	30	0,00 \pm 0,00 c
Mazoferm	60	0,00 \pm 0,00 c
Testigo	0	0,00 \pm 0,00 c
Testigo	15	0,00 \pm 0,00 c
Testigo	30	0,00 \pm 0,00 c
Testigo	60	0,00 \pm 0,00 c

¹ Medias seguidas de la misma letra son estadísticamente iguales (prueba de Tukey, $\alpha \leq 0,05$).

Cuadro 4. Efecto de la interacción de cebos tóxicos con tiempos residuales sobre el porcentaje de mortalidad de abejas *Apis mellifera* a las 48 h.

Cebo tóxico	Tiempo residual (en minutos)	% Mortalidad \pm s
Malatión + proteína hidrolizada	0	100,00 \pm 0,00 a ¹
Malatión + proteína hidrolizada	15	27,50 \pm 5,00 b
Floxina + Mazoferm	0	17,50 \pm 6,45 bc
Malatión + proteína hidrolizada	30	15,00 \pm 12,24 c
Floxina + Mazoferm	15	12,50 \pm 10,40 cd
Malatión + proteína hidrolizada	60	10,00 \pm 4,08 cde
Testigo	15	2,50 \pm 5,00 de
Testigo	30	1,25 \pm 2,50 de
Mazoferm	0	0,00 \pm 0,00 e
Floxina + Mazoferm	60	0,00 \pm 0,00 e
Floxina + Mazoferm	30	0,00 \pm 0,00 e
Mazoferm	60	0,00 \pm 0,00 e
Testigo	0	0,00 \pm 0,00 e
Mazoferm	15	0,00 \pm 0,00 e
Mazoferm	30	0,00 \pm 0,00 e
Testigo	60	0,00 \pm 0,00 e

¹ Medias seguidas de la misma letra son estadísticamente iguales (prueba de Tukey, $\alpha \leq 0,05$).

que no son atraídas por los cebos utilizados para las moscas de la fruta. Por lo tanto, el efecto que pudieran tener estos cebos con colorantes fototóxicos como ingrediente activo es el debido al consumo durante el proceso de acicalamiento, el cual disminuye considerablemente cuando se incrementa el tiempo residual. Lo anterior indica que si los cebos tóxicos se aplican en horas en las cuales disminuye la actividad de forrajeo de las abejas, se tendrá un menor impacto sobre ellas.

Literatura citada

- Batkin, TA. 1995. Impact of the Mediterranean fruit fly, *Ceratitis capitata* (Wiedemann), on California agriculture, *In* Light activated pest control. Eds. JR Heitz, KR Downum. American Chemical Society, p. 70-81. (ACS Symposium Series 616).
- Broome, JR; Callahan, MF; Heitz, JR. 1975. Xanthene dye-sensitized photooxidation in the black imported fire ant, *Solenopsis ritchieri*. *Environmental Entomology* 4:883-886.
- Callahan, MF; Broome, J; Linding, OH; Heitz, JR. 1975. Dye-sensitized photooxidation reactions in the boll weevil, *Anthonomus grandis*. *Environmental Entomology* 4:837-841.
- Caron, DM; Morse, RA. 1972. Attraction of Japanese beetle traps to honey bees, bumble bees and other apoidea. *Environmental Entomology* 1:272-274.
- Carpenter, TL; Mundie, TG; Ross, JH; Heitz, JR. 1981. Synergistic effect of fluorescein on rose bengal-induced, light-dependent toxicity. *Environmental Entomology* 10:953-955.
- _____; Heitz, JR. 1981. Light-Dependent and -independent toxicity of erythrosin B to *Culex pipiens quinquefasciatus* Say. *Environmental Entomology* 10:972-976.
- Clement, SL; Schmidt, RS; Szatmari-Goodman, G; Levine, E. 1980. Activity of xanthene dyes against black cutworm larvae. *Journal of Economic Entomology* 73:390-392.
- Cohen, E; Podoler, H; El-Halauwi, M. 1987. Effects of the malathion-bait mixture used on citrus to control *Ceratitidis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) on the Florida red scale *Chrysomphalus aonidium* (L.) (Hemiptera: Diaspididae), and its parasitoid *Aphytis holoxanthus* DeBach (Hymenoptera: Aphelinidae). *Bulletin Entomological Research* 77:303-307.
- Colburn, RB; Langford, GS. 1970. Field evaluation of some mosquito adulticides with observations on toxicity to honey bees and house flies. *Mosquito News* 30: 518-522.
- Daane, KM; Dahlsten, DL; Dreistdt, SH. 1990. Effects of Mediterranean fruit fly malathion bait spray on the longevity and oviposition of parasitoids of linden and tulip tree aphids (Homoptera: Aphididae). *Environmental Entomology* 19:1130-1134.
- Ehler, LE; Endicott, PC. 1984. Effect of malathion-bait sprays on biological control of insect pests of olive, citrus and walnut. *Hilgardia* 52:1-47.
- Federal Register. 1999. Pesticide Registration Performance Measures and Goals. Federal Register Notices 64 (222):63036-63045. (www.epa.gov/fedrgstr/EPA-PEST/1999).
- Flessel, P; Quintana, PJE; Hooper, K. 1993. Genetic toxicity of malathion: a review. *Environmental Molecular Mutagen* 22:7-17.
- Fondren, JE; Heitz, J. 1978. Xanthene dye induced toxicity in the adult face fly, *Musca autumnalis*. *Environmental Entomology* 7:843-846.

- García, E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen, 3 ed. MX, Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. 57 p.
- Gary, NE; Mussen, EC. 1984. Impact of Mediterranean fruit fly malathion bait spray on honey bees. *Environmental Entomology* 13:711-717.
- _____; Witherell, PC; Martson, J. 1972. Foraging range and distribution of honey bees used for carrot and onion pollination. *Environmental Entomology* 1:71-78.
- Hoelmer, KA; Dahlsten, DL. 1993. Effects of malathion bait spray on *Aleyrodes spiraeoides* (Homoptera: Aleyrodidae) and its parasitoids in Northern California. *Environmental Entomology* 22:49-56.
- Hoy, JB; Dahlsten, DL. 1984. Effects of malathion and Staley's bait on the behavior and survival of parasitic hymenoptera. *Environmental Entomology* 13:1483-1486.
- Ladd, TL; McGovern, TP; Beroza, M. 1974. Attraction of bumble bees and honey bees to traps baited with lures for the Japanese beetle. *Journal of Economic Entomology* 67:307-308.
- Levin, MD; Forsyth, WD; Fairbrother, GL; Skinner, FB. 1968. Impact on colonies of honey bees of ultra low-volume (undiluted) malathion applied for control of grasshoppers. *Journal of Economic Entomology* 61:58-62.
- Liquido, NJ; McQuate, GT; Cunningham, RT. 1995. Light-activated toxicity of phloxine B and uranine to Mediterranean fruit fly, *Ceratitidis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae), adults. *In* Light Activated Pest Control. Eds JR Heitz, KR Downum. American Chemical Society. p. 82-106. (ACS Symposium Series 616).
- Marty, MA; Dawson, SV; Bradman, MA; Harnly, ME; Dibartolomies, MJ. 1994. Assessment of exposure to malathion and malaoxon due to aerial application over urban areas of Southern California. *Journal of Experimental Analytical Environmental Epidemiology* 4:65-81.
- Messing, RH; Asquith, A; Stark, JD. 1995. Effects of malathion bait sprays on nontarget insects associated with corn in Western Kauai, Hawaii. *Journal of Agricultural Entomology* 12:225-265.
- Moffet, JO; Morton, HL. 1973. Surfactants in water drown honey bees. *Environmental Entomology* 2:227-231.
- _____. 1975. Repellency of surfactants to honey bees. *Environmental Entomology* 4:780-782.
- Moreno, DS; Mangan, RL. 1995. Responses of the Mexican fruit fly (Diptera: Tephritidae) to two hydrolyzed proteins and incorporation of phloxine B to kill adults. *In* Light Activated Pest Control. Eds. JR Heitz, KR Downum. American Chemical Society. p. 257-279. (ACS Symposium Series 616).
- Pimprikar, GD; Norment, BR.; Heitz, JR. 1979. Toxicity of rose bengal to various instars of *Culex pipiens quinquefasciatus* and *Aedes triseriatus*. *Environmental Entomology* 8:856-859.
- _____; Coign, MJ. 1987. Multiple mechanisms of dye-induced toxicity in insects. *In* Light activated pest control. Eds. JR Heitz, KR Downum. American Chemical Society. p. 134-155. (ACS Symposium Series 339).
- SAS Institute. 1998. User's manual version 7.0, SAS Institute, Cary, N. C. p. 1-1028.
- Spikes, JD; Straight, RC. 1987. Biochemistry of photodynamic action. *In* Eds. JR Heitz, KR Downum. Light activated pest control. American Chemical Society. (ACS Symposium Series 339).
- Troetschler, RG. 1983. Effects on nontarget arthropods of malathion bait sprays used in California to eradicate the mediterranean fruit fly, *Ceratitidis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae). *Environmental Entomology* 12:1816-1822.
- Yoho, TP; Butler, L; Weaver, JE. 1976. Photodynamic killing flies fed food, drug, and cosmetic dye additives. *Environmental Entomology* 5:203-204.

Experiencias iniciales con alternativas al bromuro de metilo en tomate

James P. Gilreath¹
Joseph W. Noling²
John P. Jones¹
Amegda J. Overman¹
Bielinski M. Santos¹

RESUMEN. Desde principios de la década de los 90, la Universidad de Florida ha conducido centenares de estudios en búsqueda de alternativas al uso del bromuro de metilo (BrM) en vegetales, frutales y ornamentales. Debido a que el BrM va a usarse restringidamente a partir del año 2005, se condujeron estudios exploratorios para determinar posibles alternativas para reemplazar el BrM en tomate de mesa (*Lycopersicon esculentum*) producido en camas planas con coberturas plásticas (*mulch*). Dichas camas recibieron aplicaciones de fumigantes de suelo para combatir malezas, nematodos y enfermedades de suelo. El estudio examinó la eficacia de cloropicrín (Pic), dazomet, 1,3-dicloropropeno (1,3-D), 1,3-D + Pic (C-17), metam sodio (MNa), C-17 + Pic, C-17 + MNa, y C-17 + pebulato para el control de malezas, nematodos y enfermedades de suelo en tomate de mesa. Los resultados indicaron que la aplicación de C-17 en dosis de 250 kg/ha, combinado con pebulato a 4,5 kg/ha, mantuvo rendimientos similares a los del BrM y redujo consistentemente las densidades de la maleza *Cyperus rotundus*, así como la incidencia del hongo de suelo *Fusarium oxysporium* f. sp. *lycopersici*, y el nematodo *Meloidogyne* spp.

Palabras clave: Fumigantes, herbicidas, 1,3-dicloropropeno, cloropicrín, metam sodio, fostiazato, pebulato.

ABSTRACT. Methyl bromide alternatives in fresh tomato: First experiences. Since the beginning of the 90s, the University of Florida has conducted hundreds of trials searching for methyl bromide (MBR) alternatives in vegetables, ornamentals and fruit crops. Because the use of this fumigant will be restricted in 2005, preliminary studies were conducted to determine possible alternatives to replace MBR in mulched fresh tomato (*Lycopersicon esculentum*). Planting beds were applied with soil fungicides, nematicide and herbicide treatments. The studies examined the efficacy of chloropicrin (Pic), dazomet, 1,3-dichloropropene (1,3-D), 1,3-D + Pic (C-17), metam sodium (MNa), C-17 + Pic, C-17 + MNa, and C-17 + pebulate for weed, nematode, and soilborne disease control. The results indicated that the application of C-17 (250 kg/ha) combined with pebulate (4.5 kg/ha) consistently produced similar yield to that of MBR, and reduced *Cyperus rotundus* densities, and *Fusarium oxysporium* f. sp. *lycopersici* and *Meloidogyne* spp. incidence.

Key words: Soil fumigants, herbicides, 1,3-dichloropropene, chloropicrin, metam sodium, fosthiazate, pebulate.

Introducción

Durante los últimos 35 años, los productores de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.), pimiento (*Capsicum annuum* L.), berenjena (*Solanum melongena* L.) y fresas (*Fragaria x ananassa* Duch.) de la Florida, EUA, han dependido casi exclusivamente del bromuro de

metilo (BrM) para el combate de enfermedades del suelo, nematodos y malezas. En 1993, el Protocolo de Montreal clasificó esta molécula como un degradador del ozono clase I. Como resultado, se ordenó su retiro del mercado de los países desarrollados en el año 2005

¹ Gulf Coast Research and Education Center, University of Florida, Bradenton, Florida, EUA. bmsantos@yahoo.com.

² Citrus Research and Education Center, University of Florida, Lake Alfred, Florida, EUA.

(Watson *et al.* 1992). En cumplimiento con lo estipulado en ese Protocolo, durante los últimos diez años se ha impulsado la búsqueda de alternativas al uso de este fumigante (Aerts y Botts 2002).

En la Florida, se han estado realizando esfuerzos para contribuir con la definición de productos y prácticas alternativas al BrM, que tiendan a reducir los daños causados por malezas, enfermedades de suelo y nematodos en vegetales, con un impacto mínimo sobre los ingresos netos de los productores y cuyo uso reduzca los efectos negativos en el medio ambiente. Uno de esos esfuerzos se concentró en la búsqueda inicial de moléculas que pudiesen reemplazar el BrM en campos de tomate de mesa. El tomate de mesa es el principal cultivo hortícola anual de la Florida, con aproximadamente el 45% de la producción comercial de tomates frescos en los EUA. Esta producción está concentrada anualmente en algo más de 100 mil ha (USDA 2002).

Estudios preliminares han demostrado por separado el potencial de funguicidas de suelo y nematocidas de amplio espectro como son el cloropicrín (Pic), dazomet, metam sodio (MNa), fostiazato, 1,3-dicloro-propeno (1,3-D) y la combinación de 1,3-D + Pic (C-17) (Jones *et al.* 1995; Locascio *et al.* 1997; Noling y Gilreath 2001). Sin embargo, estos productos proveen un control nulo o muy bajo de malezas como los coquillos (*Cyperus rotundus* L. y *C. esculentus* L.). Por ello, se requiere la aplicación suplementaria de herbicidas (Noling y Gilreath 2001). Uno de los herbicidas más frecuentemente utilizados para combatir coquillos en preemergencia en tomate es el pebulato (Stall y Gilreath 2002). El uso combinado de funguicidas-nematocidas de amplio espectro junto con herbicidas serviría como modelo para las futuras evaluaciones de campo en otros cultivos, como fresas y pimiento.

El Estado de la Florida no es solamente un centro importante de producción de vegetales, sino también una fuente valiosa de intercambio de información y tecnologías con el Caribe, México, América Central y América del Sur. El presente trabajo pretende fortalecer dicho intercambio de información con los usuarios de tecnologías en tomate. Los estudios de campo presentados buscaron identificar alternativas al uso del BrM para el control de malezas, enfermedades de suelo y nematodos en tomate de mesa sembrado con cubiertas plásticas o *mulch*.

Materiales y métodos

Se condujeron dos estudios de campo en el Gulf Coast Research and Education Center de la Universidad de la Florida en Bradenton. Los estudios se establecieron en campos con arena fina serie EauGallie (Alfic Haplaquods) con 1% de materia orgánica y pH 7,3. Se trasplantaron plántulas de tomate 'Solarmar' sobre camas elevadas (30 cm de alto) en campos con un fuerte historial de infecciones por nematodos del nódulo de la raíz (*Meloidogyne* spp.), coquillo (*C. rotundus*) y marchitez vascular (*Fusarium oxysporium* Schlecht f. sp. *lycopersici*). Las camas de siembra se regaron sub-superficialmente, manteniéndose la capa freática a unos 45 cm de la superficie. Antes del establecimiento de los tratamientos, se aplicó fertilizante granulado al voleo sobre las camas (15-0-30 a 285 kg/ha), siguiendo las recomendaciones del análisis de suelo.

Los tratamientos se establecieron con hileras simples de tomate sembrado sobre camas de 15 m de largo por 0,70 m de ancho, en un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. Se utilizaron doce y once combinaciones de fumigantes, nematocidas y herbicidas en dos temporadas de siembra (primavera y otoño), respectivamente (Cuadros 1 y 2). Se aplicó dazomet manualmente, incorporado a 15 cm de profundidad con un cultivador. El herbicida pebulato se asperjó sobre la superficie de las camas con una bomba de tractor equipado con boquillas planas 8004, calibrado a 275 L/ha y 240 kPa, e incorporado a 5 cm. El fumigante MNa se inyectó en el suelo entre 15 y 20 cm de profundidad. El nematocida fostiazato se aplicó sobre la superficie de las camas y se incorporó entre 15 y 20 cm. Los fumigantes Pic, C-17, 1,3-D y BrM se inyectaron con cinceles a 20 cm de profundidad.

Luego de la aplicación de los fumigantes y el herbicida, se procedió a colocar las coberturas plásticas de baja densidad (calibre 0,038 mm). Siguiendo las prácticas locales, se utilizaron coberturas plásticas negras y blancas en las temporadas de primavera y otoño, respectivamente. Este procedimiento buscó regular las temperaturas del suelo durante las épocas frías (primavera) y cálidas (otoño).

Las plántulas de tomate se trasplantaron a 60 cm, tres semanas después de la aplicación de los fumigantes. Se determinó la densidad de coquillo dos veces durante cada temporada de siembra. En el ensayo de primavera, esto se hizo a las 6 y 16 semanas después

del tratamiento (sdt), mientras que en el ensayo de otoño se hizo a las 5 y 14 sdt. La incidencia de marchitez por *Fusarium* se evaluó durante la cosecha final, con base en el número de plantas con síntomas en cada tratamiento, expresado en porcentaje. Asimismo, tras la cosecha final se examinaron las raíces para determinar el índice de severidad del nematodo nodulador (ISN: escala 0-5). Este índice se calculó con la fórmula:

$$ISN = [(l \times 1) + (m \times 3) + (s \times 5)] / (n_0 + l + m + s);$$

donde s, m, l, y n_0 representan ataques severos, moderados, ligeros, y sin infección, respectivamente. Se realizaron dos cosechas del cultivo a los 12 y 14 sdt en cada experimento. Los frutos fueron separados en comerciales y no comerciales y pesados por categoría. Debido a la falta de normalidad estadística para los valores de poblaciones de coquillo, incidencia de marchitez vascular e ISN, éstos fueron examinados con la prueba no paramétrica de Friedman al 5% de significancia. Los datos de cosecha se analizaron con análisis de varianza. Los tratamientos se separaron con la prueba de Waller-Duncan.

Resultados y discusión

Estudio de primavera

Existió efecto significativo ($P < 0,05$) de los tratamientos sobre el rendimiento de tomate, la densidad de coquillo, la incidencia de marchitez vascular, y la severidad

de nódulos radiculares. Con respecto a las poblaciones de coquillo, BrM y C-17 + pebulato mostraron ser las opciones más efectivas para el control de la maleza, sin diferencias entre ambas opciones a las 6 y 16 sdt (Cuadro 1). Ambos tratamientos suprimieron el crecimiento de *Cyperus* a menos de 11 plantas/m². Sin embargo, los demás fumigantes no difirieron con respecto al testigo en su eficacia a las 16 sdt, registrándose conteos de aproximadamente 130 plantas/m².

En general, la marchitez vascular mostró alta incidencia en el testigo, con un 28% de las plantas afectadas por la enfermedad. Mientras tanto, el patógeno fue controlado eficazmente por todos los fumigantes probados en el estudio, con un máximo de 4% de incidencia (Cuadro 1). En cuanto a la presencia de nódulos radiculares causados por *Meloidogyne*, dazomet a 390 kg/ha presentó los mayores valores de susceptibilidad a daño, seguido por el testigo y Pic a 225 kg/ha. Los demás fumigantes resultaron en valores de severidad inferiores a 1. El rendimiento de tomates frescos fue superior a 60 t/ha en todos los fumigantes probados, incrementando el rendimiento promedio en más de 32% con relación al testigo no tratado. Esta situación indica que los niveles de enmalezamiento por coquillo, combinados con la severidad de ataque del nematodo del nudo de la raíz, no fueron suficientes para causar daño significativo en el rendimiento comercial.

Cuadro 1. Efecto de fumigantes de suelo sobre el rendimiento de tomate, las poblaciones de coquillo, la incidencia de la marchitez vascular y el índice de severidad del nematodo del nódulo de la raíz (ISN). Experimento de primavera^x.

Fumigantes	Dosis (kg/ha)	Rendimiento ² (t/ha)	Coquillo (plantas/m ²) ^y		Marchitez (%)	ISN
			6 sdt	16 sdt		
Testigo	---	48,5 b	1,6 b	75,3 a	28,0 a	1,7 b
BrM	450	63,2 a	0,0 d	10,8 b	0,0 b	0,1 d
Pic	225	63,2 a	3,6 a	107,6 a	4,0 b	1,6 b
Dazomet	390	67,7 a	1,3 c	75,3 a	4,0 b	3,2 a
1,3-D	210	64,5 a	2,7 b	96,9 a	4,0 b	0,3 d
C-17	260	66,4 a	1,0 c	86,1 a	4,0 b	0,2 d
C-17	420	62,7 a	2,0 b	107,6 a	0,0 b	0,0 d
MNa	360	60,3 a	3,9 a	129,2 a	4,0 b	0,8 c
MNa	720	62,1 a	2,3 b	118,4 a	0,0 b	0,6 c
C-17 + Pic	260 + 170	65,4 a	1,1 c	75,3 a	0,0 b	0,1 d
MNa + Pic	260 + 180	67,4 a	1,3 c	75,3 a	0,0 b	0,0 d
C-17 + pebulato	260 + 4.5	64,6 a	0,0 d	0,0 b	4,0 b	0,1 d

^xMedias separadas dentro de las columnas con la prueba de Waller-Duncan ($P=0,05$).

^yDensidad de coquillo, incidencia de marchitez vascular e ISN analizados con la prueba de Friedman ($P=0,05$).

^zNomenclatura: sdt: semanas después del tratamiento; BrM: bromuro de metilo; Pic: cloropic n; 1,3-D: 1,3-dicloropropeno; C-17: 1,3-dicloropropeno + cloropic n; MNa: metam sodio.

Estudio de otoño

Los tratamientos ejercieron un efecto significativo ($P < 0,05$) sobre el rendimiento comercial, los niveles de enmalezamiento por coquillo, la incidencia de la marchitez vascular, y la severidad de ataque del nematodo. Tanto el testigo no tratado como el fostiazato aplicado solo fallaron en controlar el coquillo, obteniéndose con este último producto niveles de enmalezamiento de 269 plantas/m² a las 14 sdt (Cuadro 2). Todos los tratamientos que recibieron pebulato aumentaron el control de coquillo a las 5 sdt. Sin embargo, solamente C-17 + pebulato en ambas dosis fue comparable con BrM a las 14 sdt.

Los tratamientos que recibieron los fumigantes de suelo redujeron la incidencia de marchitez vascular ($\leq 2\%$ incidencia), y el testigo alcanzó niveles de 79% de presencia de la enfermedad (Cuadro 2). La mayoría de los tratamientos con fumigantes controlaron eficientemente el ataque del nematodo, excepto dazomet a 390 kg/ha. Cuando no se aplicaron fumigantes al suelo, se redujeron severamente los rendimientos comerciales (Cuadro 2). Todos los fumigantes, excepto Pic a 225 kg/ha, MNa a 360 kg/ha y fostiazato a 4,3 kg/ha, resultaron en rendimientos similares al BrM. Esto indica que, al igual que en la temporada de primavera, la densidad de coquillo y los daños por nematodo del nudo de la raíz no fueron suficientes como para reducir significativamente los rendimientos comerciales.

Los resultados presentados sugieren que existen alternativas valiosas para reemplazar el BrM en tomate de mesa. La estrategia de control de marchitez vas-

cular debe estar basada en el uso de productos que actualmente se encuentran en el mercado y que han demostrado que pueden controlar la enfermedad, como dazomet, Pic, MNa y C-17. Sin embargo, en situaciones de enmalezamiento crítico, la aplicación de fumigantes, funguicidas y nematicidas no es suficiente para controlar malezas como el coquillo. Por lo tanto, deben considerarse aplicaciones de herbicidas, como el pebulato, en combinación con fumigantes de suelo.

Literatura citada

- Aerts, M; Botts, D. 2002. The methyl bromide critical use exemption submission for Florida tomatoes 2002. Proceedings of the Florida Tomato Institute. p. 18-20.
- Jones, JP; Gilreath, JP; Overman, AJ. 1995. Control of soil-borne disease of mulched tomato by fumigation. Proceedings of the Florida State Horticultural Society 108:201-203.
- Locascio, SJ; Gilreath, JP; Dickson, DW; Kucharek, TA; Jones, JP; Noling, JW. 1997. Fumigant alternatives to methyl bromide for polyethylene-mulched tomato. HortScience 32:1208-1211.
- Noling, JW; Gilreath, JP. 2001. Methyl bromide, progress and problems: Identifying alternatives to methyl bromide, v. 2. IFAS, University of Florida. Citrus and Veg. Mag. 16 p.
- Stall, WM; Gilreath, JP. 2002. Weed control in tomato. In Stall, WM. ed. Weed management in Florida fruits and vegetables, 2002-2003. Gainesville, FL, IFAS-Univ. of Florida. p. 55-58.
- USDA (United States Department of Agriculture). 2002. Vegetables: Acreage, production and value. Florida agricultural statistics service, Orlando. Consultado 29 oct 2002. Disponible en <http://www.nass.usda.gov>.
- Watson, RT; Albritton, DT; Anderson, SO; Lee-Bapty, S. 1992. Methyl bromide: Its atmospheric science, technology and economics. Nairobi, KE, Montreal Protocol Assessment Suppl. United Nations Environmental Programme on behalf of the contracting parties to the Montreal Protocol. 235 p.

Cuadro 2. Efecto de fumigantes de suelo sobre el rendimiento de tomate, las poblaciones de coquillo, la incidencia de marchitez vascular y el índice de severidad de nematodo del nódulo de la raíz (ISN). Experimento de otoño^x.

Fumigantes	Dosis (kg/ha)	Rendimiento ^z (t/ha)	Coquillo (plantas/m ²) ^y		Marchitez (%)	ISN
			5 sdt	14 sdt		
Testigo	---	40,0 d	129,2 a	107,6 bc	79,0 a	1,3 ab
BrM	450	256,0 a	10,8 c	10,8 e	0,0 b	0,0 c
Pic	225	175,0 bc	64,6 b	129,2 bc	0,0 b	0,4 bc
Dazomet	390	218,0 ab	21,5 bc	62,3 d	2,0 b	2,0 a
Dazomet	500	199,0 abc	10,8 c	64,6 d	0,0 b	0,0 c
MNa	360	178,0 bc	32,3 b	107,6 bc	0,0 b	0,6 bc
C-17 + pebulato	260 + 4,5	228,0 ab	10,8 c	21,5 e	2,0 b	0,0 c
C-17 + pebulato	420 + 4,5	222,0 ab	10,8 c	24,6 e	0,0 b	0,0 c
Fostiazato	4,3	143,0 c	172,2 a	269,1 a	0,0 b	0,0 c
Fostiazato + pebulato	4,3 + 4,5	198,0 abc	53,8 b	172,2 b	2,0 b	0,0 c
Fostiazato + MNa + pebulato	4,3 + 360 + 4,5	222,0 ab	10,8 c	64,6 d	0,0 b	0,0 c

^xMedias separadas dentro de las columnas con la prueba de Waller-Duncan ($P=0,05$).

^yDensidad de coquillo, incidencia de marchitez vascular e ISN analizados con la prueba de Friedman ($P=0,05$).

^zNomenclatura: sdt: semanas después del tratamiento; BrM: bromuro de metilo; Pic: cloropicrin; C-17: 1,3-dicloropropeno + cloropicrin; MNa: metam sodio.

Participación de las familias rurales en procesos de capacitación relacionados con plaguicidas

Rosa Argentina Rugama F.¹
Falguni Guharay¹

RESUMEN. Se entrevistaron 54 mujeres y 46 hombres provenientes de seis comunidades en el norte de Nicaragua, para determinar su participación en actividades de capacitación en MIP y evaluar el impacto de la capacitación en su conocimiento acerca de plagas y plaguicidas. La mayoría de las mujeres no participan en las capacitaciones, mientras que la mayoría de los hombres sí lo hace. Factores como “falta de invitación” y “falta de tiempo” se mencionaron frecuentemente para explicar la falta de participación. Quienes más participaron en las capacitaciones fueron las mujeres de fincas colectivas y los hombres involucrados en los cultivos comercializables. Entre quienes no participan en las capacitaciones, los hombres suelen tener más conocimientos sobre plagas y plaguicidas que las mujeres. Sin embargo, cuando participaban de las capacitaciones, sus niveles de conocimiento se emparejaban. Mediante la capacitación, los productores amplían sus conocimientos acerca de plagas y plaguicidas, en función de sus papeles e intereses productivos y los procesos de toma de decisión.

Palabras clave: Género, manejo integrado de plagas, MIP.

ABSTRACT. Rural household participation in training processes, and their knowledge of pests and pesticides. Fifty-four women and forty-six men from six rural communities in northern Nicaragua were interviewed to determine their participation in IPM training activities and to assess the impact of training on their knowledge of pests and pesticides. Most women did not participate in training, whereas most men did. Factors like “lack of invitation” and “lack of time” were mentioned frequently to explain non-participation. Women belonging to collective farms and men involved in cash crops participated more in training. Among men and women who did not participate in training, men tend to have better knowledge of pests and pesticides than women. However, when they are involved in training, their knowledge levels reach similar levels. Through training both men and women extend their knowledge on different aspects of pests and pesticides, depending on their roles and interests in the production and decision making process.

Key words: Gender, integrated pest management, IPM.

Introducción

Durante los últimos tiempos, se ha considerado que el manejo integrado de plagas (MIP) es un sistema de toma de decisiones por parte de las familias rurales, basado en sus conocimientos acerca de cultivos, clima, plagas y enemigos naturales para poder reducir los daños de plagas y lograr un rendimiento adecuado bajo condiciones muy variables (CATIE 1996). Por lo tanto, la tarea de implementación masiva del MIP con familias rurales corre por la vena de fortalecimiento de esta capacidad de toma de decisiones (CATIE 1998).

Aunque se conoce poco sobre la toma de decisiones sobre manejo de plagas en el seno de las familias, se supone que los miembros participan e influyen en este proceso de acuerdo con sus niveles de conocimiento (Fassaert 1998).

Desde 1994, en diferentes partes de Nicaragua, los especialistas en MIP, extensionistas y grupos de productores han venido desarrollando procesos de capacitación participativa para la implementación del MIP en cultivos como café, tomate, repollo, musáceas

¹ Programa Regional MIP-AF (NORAD), Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Managua, Nicaragua. catienic@ibw.com.ni

y granos básicos (maíz y frijol). Los procesos se basan en encuentros participativos por etapas fenológicas del cultivo, donde los grupos de productores, extensionistas y especialistas observan, analizan, evalúan en conjunto, permiten que todos aprendan sobre las relaciones variables de cultivo-plaga-clima-enemigos naturales e implementan nuevas opciones de manejo de plagas basadas en estos conocimientos. Esto ayuda a asegurar que el contenido del trabajo esté en función de la problemática de las diferentes etapas de los sistemas de producción, y mejora los conocimientos locales sobre las relaciones cultivo-clima-plaga y enemigos naturales mediante la observación y el análisis grupal en cada etapa, facilitando la toma de decisiones (CATIE 1998).

Este estudio es un intento preliminar para determinar el grado de participación de las familias rurales en los procesos de capacitación llevados a cabo en las comunidades rurales de Nicaragua, así como el impacto de la capacitación sobre sus conocimientos de plagas y plaguicidas.

Materiales y métodos

El estudio se realizó en seis comunidades de la región norte de Nicaragua, donde los especialistas del Proyecto CATIE-INTA/MIP (NORAD), en conjunto con los técnicos y especialistas de otras instituciones nacionales, han realizado actividades de capacitación por varios años. Las comunidades fueron:

- Tres comunidades donde el Proyecto realizó un trabajo directo de capacitación e implementación del MIP: a) Las Cañas (Municipio de Darío, Dpto. de Matagalpa); b) La Reyna (Municipio de San Ramón, Matagalpa); y c) El Cebollal (Estelí, Dpto. de Estelí); todas ellas con al menos 3 años de participar en los procesos.
- Dos comunidades donde el trabajo se realizó a través de otras instituciones u organismos contrapartes, mediante la participación de sus extensionistas en procesos de capacitación promovidos por especialistas del Proyecto: a) Susulí (Municipio de San Dionisio, Matagalpa) y b) Apompuá (Municipio de Sébaco, Matagalpa), con al menos 1 a 3 años de estar en el proceso.
- Una comunidad donde no se realizó ningún trabajo, ni por parte del proyecto ni de instituciones contrapartes: Las Playas (Municipio de Somoto, Dpto. de Madriz).

En los tres tipos de comunidades seleccionadas, se pretendía constatar los niveles de conocimientos adquiridos por los/as productores/as que participan por determinados períodos de tiempo en los procesos, a partir de la facilitación participativa de diferentes temas y prácticas según el cultivo dominante en las familias productoras.

En cada comunidad se seleccionaron 10 familias al azar, con atención a los siguientes procedimientos:

- a) Cuando las familias productoras participaron en procesos de capacitación, se enlistaron todas y luego, mediante una rifa, se extrajeron 10 nombres (independientemente del género).
- b) Una vez establecida la lista, se consignó el nombre del cónyuge en la mayoría de los casos y, en otros, el de un hombre o una mujer perteneciente al núcleo familiar, vinculado de manera directa al proceso productivo de la familia.
- c) Así, se esperaban 20 personas por comunidad (10 hombres y 10 mujeres), para un total de 120 personas en las seis comunidades. En la práctica, sólo se encuestaron 100 personas, ya que en algunos casos sólo se encontraba o el hombre o la mujer (dándose más este último caso).

A partir de las respuestas a las entrevistas se valoraron los conocimientos, asignando valores de 0 a 3 para los diferentes niveles de conocimiento sobre un aspecto particular. El valor 0 fue asignado para un nivel de falta total de conocimiento, 1 para poco conocimiento, donde los entrevistados lograban detectar al menos dos aspectos clave relacionados con las plagas y los plaguicidas, como por ejemplo el tipo de plagas que más incide y cómo se puede manejar; 2, para los que tienen algo de conocimiento, cuando lograban identificar de 3 a 5 aspectos clave, como tipos de plagas principales por cultivos, ciclo de vida, niveles de daño que provocan, tipo de plaguicidas (biológicos, orgánicos o químicos) que sirven para manejarlas, y niveles de funcionamiento de los plaguicidas, entre otros; y 3, con bastantes conocimientos, cuando además de lo anterior lograron relacionar todo sobre las plagas, los plaguicidas hasta sus niveles de toxicidad, y sus efectos sobre los rendimientos productivos.

Se utilizaron estadísticas descriptivas para la caracterización general de los miembros de las familias rurales participantes en este estudio, y para analizar las diferencias entre los grupos contrastantes, como hombres y mujeres, participantes y no participantes en

los procesos de capacitación, se emplearon pruebas no paramétricas chi-cuadrado o *t*-student, utilizando rutinas de SYSTAT (Wilkinson 1989).

Resultados y discusión

Características generales de los miembros de las familias rurales participantes

La mayoría de las 100 personas entrevistadas (54 mujeres y 46 hombres) tienen entre 25 y 45 años, con un nivel de escolaridad que oscila entre analfabetas y primaria alcanzada. La mayoría de los hombres son jefes de familia (93%), mientras que una minoría de las mujeres (16%) ocupa este cargo. Las familias trabajan las tierras de la siguiente manera:

- a) En forma individual (43%), donde no media ningún tipo de asociación y el hombre jefe de familia es el encargado de los cultivos, aunque eventualmente cuenta con apoyo de algunos miembros de su familia o uno que otro mozo en el ciclo productivo.
- b) Organizadas en cooperativas (28%), trabajando áreas de parcelas en carácter de dueñas, donde legalmente la propiedad está a nombre de determinadas cooperativas, formas de organización que adquirieron donde compartían tierras, crédito, asistencia técnica, producción y capacitación, entre otros. En muchos casos, actualmente sólo comparten el acceso al crédito, dada la tendencia hacia la individualización.
- c) En colectivos familiares (15%), donde casi toda la familia está en función de la parcela, desempeñando labores diferentes de acuerdo con el género y la edad, y donde al final de la cosecha se comparte el destino de los ingresos, a partir de las prioridades familiares en cuanto a alimentación, ropa y calzado.
- d) Con mediería (14%), donde miembros de las familias rurales presentan tres características: i) las que poseen pequeñísimas porciones de tierra, insuficientes para una producción de autoconsumo familiar, y buscan trabajar a medias con otros productores, aportando su fuerza de trabajo y su tiempo; ii) familias que solo tienen el área donde está la casa y buscan juntarse con otros productores poseedores de pequeñas parcelas, aportando su fuerza de trabajo y su tiempo; y iii) familias productoras que poseen determinada cantidad de manzanas de tierra, y trabajan algunas de ellas a

medias con otros productores que necesitan de esa cooperación.

Aunque la forma de trabajar la tierra varía mucho de una comunidad a otra, el origen de su tenencia en la mayoría de las fincas ha sido a través de la reforma agraria, con áreas que oscilan entre 1,5 y más de 7 ha. Los principales cultivos de los productores encuestados son granos básicos (maíz, frijol y sorgo, principalmente) (72%), hortalizas (tomate, repollo, chile) (17%), y café (11%).

Participación de los miembros de las familias rurales en los procesos de capacitación

De las 100 personas entrevistadas, 50% no han participado en procesos de capacitación, 34% han tenido la oportunidad de participar en las capacitaciones sobre MIP, 14% en temas relacionados con manejo integrado de cultivos y 2% sobre uso seguro de plaguicidas.

El análisis de la participación de los miembros de las familias rurales en las capacitaciones indica que la mayoría de las mujeres (68%) no participa en procesos de capacitación, algunas (28%) participan en forma ocasional (dos o tres eventos de un proceso que incluye hasta 7 eventos en un ciclo) y solamente un número muy reducido (4%) participa sistemáticamente en las capacitaciones (en casi todos los eventos del proceso). Ellas identifican varias razones para su poca participación, entre las cuales destacan: "no ser invitadas a los eventos" (57%), a pesar del interés que muestran y de estar integradas de diferentes maneras en los procesos productivos; "falta de tiempo por tareas domésticas y dedicación al cuidado de hijos/as menores" (32%), "no me gusta participar" (5%); "las capacitaciones se hacen retiradas de sus casas o comunidades" (3,5%); y "a los maridos no les gusta" (2,5%). En el caso de las mujeres que no participan en los procesos de capacitación, el 80% no lo hace por razones de tenencia de la tierra, ya que son los hombres/cónyuges en su mayoría los dueños legales y, como tales, participan con mayor propiedad en las capacitaciones. La falta de participación de los hombres depende más bien del tipo de cultivo principal que tengan.

En cambio, 72% de los hombres entrevistados han participado en los procesos de capacitación en sus comunidades. De ellos, el 48% ha participado en forma ocasional y 24% en forma sistemática, dejando solamente un 28% como no participantes. Las principales

razones para no estar integrados en los procesos de capacitación son "no me invitan" (69%), "falta de tiempo" (15%) y otras, como "no me sirven".

Para las mujeres, la forma de trabajar la tierra influye sobre su participación en la capacitación. Las mujeres provenientes de las familias que trabajan colectivamente la tierra participan más en las actividades de la capacitación (44%) en comparación con las que son miembros de las familias que trabajan la tierra de manera individual (20%). Para los hombres, la participación está relacionada con los cultivos priorizados de la finca. Mientras que solamente el 64% de los hombres pertenecientes a las fincas donde se cultivan granos básicos (maíz, frijol, sorgo) están integrados en los procesos de capacitación, 100% de los caficultores y 75% de los horticultores se integran en dichas actividades.

Aunque en cantidad las mujeres participan menos, su calidad de participación es mayor, dado que aprovechan mejor su tiempo cuando logran acceder a recursos como la capacitación técnica. Por otro lado, aunque en muchos de los casos no sean las que de manera directa estén al frente de los cultivos, su participación variada en los diferentes procesos productivos y el compartir información con otros miembros de su familia les permiten acumular conocimientos empíricos, los cuales son fortalecidos y ampliados en las capacitaciones en las que logran participar.

Ambos géneros enfrentan obstáculos a la participación; algunos se presentan a mujeres y hombres por igual, como la "falta de tiempo", pero sus razones son diferentes: para las mujeres, se debe a la carga de las tareas domésticas, en tanto que para los hombres se debe a otras ocupaciones o trabajos fuera de sus casas o comunidades.

Para el caso de las comunidades del estudio, los temas eran de interés tanto para los hombres como para las mujeres, dado que versaban sobre sus cultivos principales, y el tiempo invertido en las capacitaciones sustituye la ausencia de asistencia técnica por parte de instituciones gubernamentales y no-gubernamentales. Muchos de los resultados de las capacitaciones se vieron reflejados en los análisis de costos-beneficios, donde las familias productoras logran bajar dichos costos y mejorar sus niveles de producción con la implementación de técnicas MIP, a partir del fortalecimiento del saber local y complementado con los nuevos conocimientos técnicos.

La revisión de la literatura sobre el acceso de las mujeres a la capacitación y los servicios de extensión agrícola en diferentes países (Saito y Spurling 1992) y estudios sobre papel de las mujeres en la toma de decisiones en las actividades agrícolas (Spring 1988) revelan que las mujeres tienen un acceso mucho menor a los servicios de capacitación y tienen necesidades especiales de información y formación. Los datos de este estudio confirman ambas observaciones. Ya que para las mujeres la razón principal para no integrarse a los procesos de capacitación es "no estar invitadas", hay que analizar el procedimiento de la convocatoria y la formación de los grupos de capacitación en las comunidades.

Por otro lado, también hay que esforzarse para entender mejor los papeles de las familias rurales en las actividades del hogar y la finca en las diferentes comunidades, para así concertar con ellos sobre el proceso de capacitación que permitirá una participación mayor y más efectiva de los miembros de las familias rurales.

Conocimiento de los miembros de las familias rurales sobre las plagas y plaguicidas

Todos los miembros de las familias poseen conocimientos valiosos y detallados sobre diferentes aspectos de las fincas, el clima, los cultivos, las plagas y los plaguicidas. Dentro del grupo de no-participantes en las capacitaciones, los hombres alcanzan mayores niveles de conocimientos en varios aspectos (Cuadro 1). Sin embargo, las diferencias en los niveles de conocimientos entre hombres y mujeres disminuyen cuando ambos participan en capacitaciones.

El cuadro anterior refleja los principales aspectos del conocimiento que tienen los hombres y las mujeres, tanto integrados como no, a los procesos de capacitación. En ambos casos, se denota un incremento en los conocimientos cuando logran participar, aunque dicho incremento se da en unos aspectos más que en otros. Los números reflejados corresponden al valor promedio asignado según el tipo de conocimientos aportados por cada informante.

Tanto las mujeres como los hombres que participan en capacitaciones fortalecen significativamente sus conocimientos sobre distintos aspectos relacionados con las plagas y los plaguicidas (Cuadro 2).

Cuadro 1. Niveles de conocimiento de los miembros de familias rurales integrados y no integrados en capacitaciones en algunos aspectos sobre plagas y plaguicidas*.

Aspectos	No integrados en las capacitaciones		Integrados en las capacitaciones	
	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres
Ciclo de vida de insectos	1,5	0,8	1,8	1,2
Control biológico de plagas	0,6	0,1	0,7	0,3
Origen de enfermedades	1,2	0,4	1,5	1,2
Relación cultivo-enfermedad	1,3	0,5	1,9	1,4
Relación clima-enfermedad	1,0	0,7	1,3	1,2
Bondades de la mala hierba	0,6	0,2	0,6	0,6
Plaguicidas químico-sintéticos	1,5	1,0	1,5	1,2
Plaguicidas menos tóxicos	0,7	0,1	0,2	0,4
Plaguicidas de origen botánico	0,8	0,5	1,0	0,9
Cómo dosificar los plaguicidas	1,5	0,8	1,7	1,5
Método de evaluación de plagas	1,3	0,8	1,8	1,1

0 = nada, 1 = poco, 2 = algo, 3 = bastante.

Cuadro 2. Fortalecimiento de los conocimientos de los miembros de las familias rurales a partir de la participación en los procesos de capacitación.

Mujeres		Hombres	
<input type="checkbox"/> Control biológico de plagas	↑	<input type="checkbox"/> Control biológico de plagas	↑
<input type="checkbox"/> Relación cultivo-enfermedad	↑	<input type="checkbox"/> Relación cultivo-enfermedad	↑
<input type="checkbox"/> Plaguicidas menos tóxicos	↑	<input type="checkbox"/> Plaguicidas menos tóxicos	↑
<input type="checkbox"/> Origen de enfermedades	↑	<input type="checkbox"/> Conocimiento de la finca	↑
<input type="checkbox"/> Bondades de las hierbas	↑	<input type="checkbox"/> Relación clima-plaga	↑
<input type="checkbox"/> Plaguicidas tóxicos	↑	<input type="checkbox"/> Relación clima-enfermedad	↑
<input type="checkbox"/> Plaguicidas botánicos	↑	<input type="checkbox"/> Métodos de evaluación de plaguicidas	↑
<i>P</i> <0,05 (<i>n</i> = 54)		<i>P</i> <0,05 (<i>n</i> = 46)	

La comparación se establece entre cuáles temas avanzaron más coincidentemente, en cuáles más los hombres y en cuáles más las mujeres; las flechas indican el nivel de crecimiento estadísticamente significativo en relación con la muestra estudiada. Por ejemplo, en el caso de los métodos de evaluación del comportamiento de las plagas y de los plaguicidas, está vinculado a la “observación sistemática”, que les arroja información sobre el tipo de plagas que afectan los principales cultivos, tipo de efecto que tienen, niveles de daños que causan, y el conocimiento sobre diferentes modalidades de manejo para disminuir su impacto; en cuanto a los plaguicidas, también está relacionado con la “observación sistemática” de su funcionamiento y su efectividad para disminuir el nivel de daños (biológicos, orgánicos o químicos),

que les permita obtener información para la toma de decisiones sobre tipo de plaguicidas por utilizar, conocimiento sobre los niveles de toxicidad, si funcionan o no funcionan, cómo logran disminuir los niveles de daños, cuáles son más efectivos y cuáles menos, etc.

Se observa un fortalecimiento del conocimiento de ambos géneros sobre algunos aspectos como el control biológico de plagas, la relación entre cultivos-enfermedades y plaguicidas menos tóxicos. Las mujeres integradas a los procesos de capacitación demuestran un grado de conocimiento significativamente mayor sobre el origen de las enfermedades, las bondades de las hierbas, los plaguicidas tóxicos y los de origen botánico, en comparación con las mujeres no integradas. Los hombres, por su parte, fortalecen su

conocimiento sobre la finca, la relaciones clima-plaga y clima-enfermedades, y los métodos de evaluación de plaguicidas.

El incremento en los conocimientos y la probable adopción de las prácticas de MIP han sido denotados a través de los registros que llevan sobre las diferentes prácticas técnicas que realizan los productores, los análisis de costos de producción, y el incremento de la producción más sana, con poca o nula utilización de productos químicos. Es más una práctica de manejo del cultivo sobre la base de la “observación sistemática” y la toma de decisiones oportunas, según el comportamiento de las plagas en dichos cultivos, que de hacerlo a tiempo no requiere de mayores gastos económicos, aunque sí una mayor inversión de mano de obra, familiar o contratada, y de tiempo.

Obviamente, los conocimientos de hombres y mujeres varían, reflejando intereses variados, el acceso diferenciado a los recursos y los papeles de género definidos por las sociedades. Según Coughenour y Nazhat (1985), la diferencia entre los conocimientos de hombres y mujeres se dan principalmente por el acceso limitado a la información por parte de las mujeres. Los resultados de este estudio demuestran que la participación de los miembros de las familias rurales en los procesos de capacitación ayuda a nivelar los conocimientos de los hombres y mujeres, abriendo la vía del acceso de las mujeres a nueva información. Esto podría permitir una mayor participación de las mujeres en la toma de decisión en seno de las familias sobre las actividades de manejo de plagas y fincas (Fasseart 1998).

Conclusiones

La mayoría de las mujeres entrevistadas de las seis comunidades rurales del norte de Nicaragua no participa en capacitaciones agrícolas. Sin embargo, la participación en las capacitaciones es mayor cuando ellas y sus familias trabajan la tierra en forma colectiva. La mayoría de los hombres participan en los procesos de capacitación, y su participación es aún mayor cuando están involucrados en cultivos de exportación (café) o de mayor inversión (hortalizas). Tanto la participación de los hombres como de las mujeres en las capacitaciones depende de factores externos (invitación), e internos (disponibilidad de tiempo).

Independientemente de la participación en las capacitaciones, mujeres y hombres de las comunidades rurales tienen conocimientos propios, valiosos y detallados, sobre su medio ambiente. De los hombres y las mujeres

que no participan en capacitaciones, los hombres tienden a expresar mayores niveles de conocimientos sobre plagas y plaguicidas. Sin embargo, cuando ambos participan en las capacitaciones, los niveles de conocimiento sobre plagas y plaguicidas tienden a nivelarse. Tanto los hombres como las mujeres aumentan los niveles de conocimientos sobre diferentes aspectos de las fincas, cultivos, plagas y plaguicidas a partir de las capacitaciones según las condiciones y necesidades de cada género.

Para lograr un mayor acceso de las mujeres a los recursos, como las capacitaciones técnicas-agrícolas, pueden incorporarse mecanismos planteados por ellas mismas, como los siguientes:

- a) Ser invitadas de manera directa a las capacitaciones, como propietarias de las tierras o como familiares que tienen un papel importante en el proceso productivo, de forma tal que sean tomadas en cuenta siempre, y no solamente visibilicen al hombre jefe del hogar, sino ellas también como complemento del accionar socio-productivo de los hogares rurales.
- b) Incidir en el resto de sus familiares para compartir las tareas domésticas, que son las que más interfieren en la poca disponibilidad de tiempo cuando que se presentan las oportunidades de capacitación, pues solo ellas priorizan los trabajos reproductivos del hogar (elaborar los alimentos, lavar, planchar, cuidar a los niños/as, cuidar y limpiar la casa, acarrear agua, estar pendientes de las necesidades de los maridos, entre otras), así como atender tareas en el ámbito comunitario: reuniones en las escuelas de sus hijos, actividades sociales que se promueven que requieren la participación de las mujeres, etc.
- c) Realizar las actividades de capacitación en las comunidades. Esto implica que para que las mujeres puedan participar se hace necesario realizar los eventos lo más cerca posible a su comunidad, que no les implique descuidar “tareas domésticas tradicionales” y ausentarse de sus casas por períodos prolongados, sobre todo si tienen hijos pequeños.
- d) Visibilizar y valorar el papel de las mujeres en los procesos productivos, independientemente de los cultivos. Esto implica que las diferentes instituciones y organismos contemplen en sus planes específicos el fomento de la participación de las mujeres en los diferentes procesos productivos, pero además contemplar el mejoramiento de condiciones prácticas para que se puedan integrar, tomando en cuenta sus intereses y necesidades como mujeres y como contribuyentes al proceso de producción a nivel rural.

Literatura citada

- CATIE. 1996. Conceptos básicos de manejo integrado de plagas. Managua, NI.
- CATIE. 1998. Final Report. CATIE-INTA/IPM (NORAD) Project 1995-98. Managua, NI.
- Coughenour, CM; Nazhat, SM. 1985. Recent Change in Villages and Rainfed Agriculture In Northern central Kordofan: Communication Process and Constraints. Lexington, University of Kentucky, US.
- Fassaert, C. 1998 MIP con aroma de mujer, reflexiones y experiencias de Nicaragua. Enlace. RAP-AL 42: 14-15
- Saito, KA; Spurling, D. 1992. Developing agricultural extension for women farmers in Africa. Washington DC, US, World Bank. (World Bank Discussion paper 103).
- Spring, A. 1988. Using male research and extension personnel to target women farmers. In Poats, SV; Schmink, M; Spring, A. eds. Gender Issues in Farming Systems Research and Extension. Boulder, US, Westview Press.
- Wilkinson, L. 1989. SYSTAT: The System for Statistics. Evanston. IL. SYSTAT Inc.

Bases para el manejo integrado de *Thrips palmi*

Luis L. Vázquez M.¹

Introducción

Thrips palmi es una plaga de origen asiático que se introdujo en la región en la década de los ochenta, encontrándose actualmente diseminada por el Caribe y algunos territorios del continente americano.

La información científico-técnica que se ha acumulado como consecuencia de las investigaciones realizadas es amplia (Girling 1992, Mirabal *et al.* 1998), y aumenta día a día (<http://www.sidalc.net>), lo cual avala la importancia de *T. palmi* como plaga agrícola.

En la mayoría de los países donde se ha introducido, la lucha contra *T. palmi* ha sido difícil, principalmente durante los años inmediatos a su detección, debido a la diversidad de hospedantes que ataca, su alta tasa de reproducción, la baja calidad de las aplicaciones de los plaguicidas, la capacidad de adquirir resistencia a insecticidas y de adaptarse a condiciones de sequía prolongada, y el número limitado de enemigos naturales, entre otros.

El control químico ha sido la principal estrategia empleada por los agricultores, quienes recurren a las moléculas disponibles en el momento, contribuyendo a los problemas de bajas efectividades de las aplicaciones y la aparición de resistencia (Guyot 1988, Chu 1996).

Sin embargo, algunas experiencias exitosas han permitido demostrar que el uso de insecticidas químicos es viable para el control de esta plaga, por lo que se debe lograr su empleo como táctica en los programas de manejo integrado de plagas (MIP), con el propósito de minimizar sus efectos negativos (Nagai 1991, Murguido *et al.* 2001).

Comportamiento de las poblaciones

Los estudios del ciclo biológico de *T. palmi* han sido limitados, debido a las dificultades para su cría y estudio bionómico detallado; no obstante, según Álvarez *et al.* (2002), Castro *et al.* (1993), Cermeli *et al.* (1993), Piedra (1999), Murguido *et al.* (2001) y Plana y Suris (2001), este muestra las siguientes características: las hembras adultas de *T. palmi* ovipositan insertando sus huevos en los tejidos de la planta, principalmente dentro del parénquima de las hojas y cerca de las nervaduras, las flores o debajo de la epidermis de los frutos. Estos son pequeños, de color blanco-amarillento y de forma arriñonada; tardan 3,4-4,8 días en eclosionar a una temperatura de alrededor de 26°C, lapso que varía dependiendo de las condiciones ambientales y la planta hospedante.

Esta especie tiene dos instares ninfales, que viven en el follaje de la planta, preferiblemente en el envés de las hojas. Son de coloración amarillo-pálida, casi transparentes, y de apariencia similar excepto en el tamaño; son muy parecidos al adulto, pero sin alas y con ojos muy pequeños. La ninfa I dura como promedio 1-3 días y la ninfa II 1,3-2,5 días, a 26°C.

La pupa también se desarrolla en dos estadios inmóviles, conocidos como pre-pupa y pupa. El primero posee movimientos libres y dos pequeñas alas, y en el segundo se distinguen las antenas y el largo de las alas es mayor. La pre-pupa tiene una duración media de 1,3-2,8 días, y la pupa de 1,5-2,5 días, a 26°C. La longevidad de los adultos es de alrededor de ocho días.

En estudios realizados en Cuba se pudo comprobar que la duración del ciclo de desarrollo de huevo a

¹ Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal (INISAV), Ciudad de La Habana, Cuba. lvazquez@inisav.cu

adulto es de aproximadamente 14-17 días (Murguido *et al.* 2001). En estudios de laboratorio a temperatura controlada, se pudo precisar el efecto de esta, y se determinó que el ciclo tiene una duración media de 16,49 días a 15°C, de 12,09 días a 20°C y de 7,25 días a 30°C (Piedra *et al.* 1999).

De forma general, el incremento de las poblaciones se correlaciona con las temperaturas altas y las precipitaciones escasas (Lewis 1973), aumentando cuando se prolongan los períodos de sequía (Murguido *et al.* 2001). De hecho, las poblaciones son menores en el invierno que en el verano.

Un factor ambiental que contribuye significativamente a deprimir las poblaciones son las lluvias, por efecto mecánico sobre las ninfas y adultos y en las pupas por exceso de humedad, pues precipitaciones de 40 mm en 24 horas pueden afectar las poblaciones del follaje, y de 80 mm en 24 horas causan inundaciones y mortalidad de las poblaciones en el suelo (Etienne *et al.* 1990).

Esta especie muestra una distribución espacial del tipo agregada (Jiménez *et al.* 2000, Suris y Plana 2001, Trujillo *et al.* 2001), mientras que la distribución de las poblaciones en los diferentes niveles de la planta muestra diferencias significativas para los cultivos de porte bajo (Murguido *et al.* 2001), hallándose las mayores poblaciones de ninfas en los niveles medio e inferior, mientras que los adultos muestran preferencia por el nivel superior (Jiménez *et al.* 2000, Suris y Plana 2001, Trujillo *et al.* 2001), manifestándose con mayor intensidad en los bordes de los campos (Suris y Plana 2001).

Actividad de los biorreguladores

Los biorreguladores de poblaciones de *T. palmi* en la región son básicamente depredadores, demostrándose como los más efectivos los siguientes:

- Las chinchitas de los géneros *Orius* y *Cyrtopeltis*, entre otras.
- El trips *Franklinothrips vespiformis*.
- Los crisópidos *Chrysoperla*, *Chrysopa*, *Nodita* y otros.
- Los sírfidos *Toxomerus*, *Ocyptamus* y otros.
- Los ácaros *Amblyseius*, *Neoseiulus* y otros.

Como se ha demostrado en diversos estudios realizados en algunos países de la región (Guyot 1988, Hessein y Parrella 1990, Hall 1992, Salas y Cermeli

1995, Castiñeiras 1997, Rodríguez 1999, Vázquez *et al.* 1999, Álvarez *et al.* 2002), la diversidad de biorreguladores de las poblaciones de esta plaga constituye un potencial para la lucha biológica pues, como señalara Hirose (1990), estos organismos tienen muchas posibilidades si forman parte de un manejo bien concebido.

Plantas hospedantes

En la región de origen de *T. palmi* se han encontrado unas 159 plantas hospedantes (Walker 1992). En el Caribe se han identificado hasta el presente más de 40 plantas donde se hospeda esta especie (Guyot 1988, Cooper 1991, Vázquez y Rodríguez 1999) aunque, sin duda, debido a la rica diversidad de nuestra región, deben existir muchas más.

Esta especie prefiere las herbáceas, los arbustos y los árboles, en ese orden; sin embargo, no en todas las plantas logra completar su ciclo, ni es igualmente nociva, por lo que según Vázquez y Rodríguez (1999) existen tres tipos de plantas hospedantes de *T. palmi*:

- Tipo I: Plantas donde desarrolla las fases de huevo, ninfas y adulto y causa lesiones ostensibles en los tejidos que ataca, manifestándose con mayor nocividad.
- Tipo II: Plantas donde desarrolla las fases de huevo, ninfas y adulto, pero sus lesiones no llaman la atención, es decir, son menos nocivas.
- Tipo III: Plantas donde solamente se observan poblaciones de adultos y en ocasiones alguna descendencia (huevos y ninfas), pero no logran completar su desarrollo y no causan lesiones ostensibles.

Por supuesto, cuando el agricultor conoce bien estas categorías para los cultivos de interés, puede conducir con mayor precisión las tácticas de control de esta plaga. Las plantas consideradas como preferidas por lo general están en las categorías I y II, que en nuestra región son las siguientes:

- *Solanum melongena* (berenjena)
- *S. tuberosum* (papa)
- *Phaseolus vulgaris* (frijol)
- *Capsicum annuum* (pimiento)
- *Gossypium* spp. (algodón)
- *Citrullus vulgaris* (melón)
- *Cucumis sativus* (pepino)

- *Cucurbita maxima* (calabaza)
- *Glycine max* (soya)

Desde el punto de vista práctico, también es importante el hábito de preferir determinados órganos de la planta, pues aunque generalmente *T. palmi* vive en el envés de las hojas, en algunos cultivos, como el pimiento o chile (*C. annuum*), también vive en las flores y los frutos, donde realiza los mayores daños al provocar la caída de aquellas. En las cucurbitáceas y los *Phaseolus* también muestra preferencia por las flores, aunque los daños no son tan severos como en el pimiento; y el en tabaco (*Nicotiana tabacum*), el girasol (*Helianthus annuus*) y el romerillo (*Bidens pilosus*), por lo general solo se observa en las flores (Vázquez y Rodríguez 1999), comportamiento que puede ser diferente para otras condiciones e incluso variedades de cultivos.

Importancia

La importancia de *T. palmi* como plaga agrícola se puede definir en dos direcciones:

- Como insecto fitófago, cuyos daños se manifiestan al raspar los tejidos superficiales de la planta para alimentarse de la savia, ya sea en las hojas, las flores o los frutos.
- Como insecto vector del tospovirus *Tomato Spotted Wilt Virus* (TSWV), aunque no tan eficientemente como *Frankliniella occidentalis* Pergande y otras especies de este género, tal y como se demuestra en diferentes países de Asia y Europa, donde coinciden las virosis y los vectores (Honda *et al.* 1989, Smith *et al.* 1997).

Quizás la mayor importancia de esta especie está dada por el carácter oportunista que manifiestan las poblaciones que arriban por primera vez a cualquier país o territorio, principalmente por los siguientes factores (Vázquez *et al.* 2001):

- No se encuentran biorreguladores, principalmente poblaciones de depredadores de ninfas y adultos en el follaje de las plantas, ni microorganismos y depredadores de pupas y adultos en el suelo.
- El nicho ecológico está relativamente disponible, escasamente ocupado por áfidos (Hemiptera: Aphididae) y minadores de las hojas (Diptera:

Agromyzidae), incapaces de detener el impetuoso desarrollo de las primeras poblaciones que se manifiestan en cualquier lugar invadido.

- Debido al desconocimiento y la falta de experiencias, se recurre a aplicaciones indiscriminadas de insecticidas de diferentes tipos, a los cuales esta especie es capaz de adaptarse rápidamente, no lográndose las efectividades necesarias para un control técnica y económicamente aceptable.

Se ha demostrado que cuando se conduce un programa de manejo integrado, la plaga se deprime y puede ser mantenida sin mayores pérdidas, pero puede ser muy dañina cuando no se mantienen tácticas eficaces de manejo.

La valoración de los efectos económicos de esta plaga en algunos países de la región permite estimar pérdidas de entre el 50 y el 90% cuando ocurren altos niveles de poblaciones (Jones 1990, Cooper 1991, Etienne y van Watermuelen 1991, Franqui *et al.* 1991, Murguido *et al.* 2001).

Estudios conducidos en Cuba permitieron demostrar que existe una estrecha relación entre los ataques del insecto, el desarrollo del cultivo y las pérdidas en los rendimientos, lo que se conoce como "período crítico", como es el caso de la papa, en la cual se determinó transcurre desde la brotación hasta los 60 días; en el frijol, desde la germinación hasta la formación de las vainas; y en la berenjena, desde la floración hasta la fructificación (Murguido *et al.* 2001).

Los índices para decidir las aplicaciones de insecticidas han sido estudiados en algunos cultivos; así, Osorio y Cardona (2003) y Bueno y Cardona (2003), en Colombia, determinaron un umbral de acción de siete adultos por folíolo para el cultivo del frijol.

Manejo integrado de *T. palmi*

T. palmi es una plaga muy difícil de manejar por los agricultores, debido principalmente a las siguientes características:

- Su pequeña talla, que dificulta la detección de las poblaciones que inician sus ataques al cultivo y la realización de muestreos para decidir sobre las intervenciones.
- El hábito de alimentarse en el envés de las hojas, las flores y otros sitios poco visibles.
- Se hospeda en diversidad de plantas.

- Buen desarrollo en condiciones de sequía prolongada.
- Adquisición de resistencia a insecticidas.

Lo anterior sugiere que para su manejo hay que garantizar la capacitación de los técnicos y agricultores, lograr que realicen monitoreos para decidir las aplicaciones de insecticidas, establecer regulaciones para el traslado de material de siembra de plantas hospedantes, así como para la producción y comercialización de plántulas, entre otras tácticas preventivas.

Como se describe más adelante, todo lo relacionado con el manejo de la finca y el cultivo constituye prácticas preventivas de gran impacto sobre la plaga que, cuando se integran con la lucha biológica y el control químico, permiten su manejo.

Seguimiento de las poblaciones

La experiencia del enfrentamiento a esta plaga en la región ha permitido demostrar que se pueden alcanzar buenos resultados cuando los agricultores adoptan estrategias de MIP, donde las decisiones para realizar cualquier intervención parten de una evaluación previa de las poblaciones de la plaga y se completa cuando se determina la efectividad de la misma.

El seguimiento de las poblaciones de *T. palmi* se puede realizar mediante muestreos periódicos y trampas, principalmente. Los muestreos para conocer el comportamiento de las poblaciones de la plaga se deben realizar semanalmente, evaluando 10 plantas mediante un muestreo secuencial enumerativo de las poblaciones, cuantificando directamente en el campo la cantidad de ninfas y adultos presentes en el folíolo siete de la hoja en la zona media de la planta, en el caso de la papa, aunque la ninfa II se correlaciona mejor con la población total (Jiménez *et al.* 2000, Plana *et al.* 2001).

Las trampas documentadas como más efectivas para atraer poblaciones de adultos de trips son las que utilizan el color como atractivo, principalmente el amarillo, azul y blanco, dependiendo de la especie por capturar (Lewis 1973). En el caso de *T. palmi*, se recomiendan las trampas blancas o azules (Kawai y Kitamura 1987, Kawai 1990, González, 2000).

Prácticas agronómicas

Las poblaciones de trips son deprimidas eficazmente mediante ciertas prácticas agronómicas, principalmente la planificación de las siembras, las rotaciones de

cultivos, la densidad de la plantación, los policultivos, las labores culturales, y el manejo del riego, entre otras (Murguido *et al.* 2001, Norris *et al.* 2002). Las prácticas agronómicas más eficaces en la prevención y supresión de las infestaciones por esta plaga son:

Manejo de variedades: El uso de variedades que se muestren resistentes o tolerantes a *T. palmi* tiene potencial para el manejo de esta plaga, pero aún no existen resultados concluyentes en las investigaciones en curso, aunque ya hay avances, como se muestra en los resultados obtenidos por Díaz *et al.* (2003) en *P. vulgaris*, quienes han encontrado variabilidad genética para la respuesta al ataque de esta especie, expresada en bajos niveles de daños, adaptaciones reproductivas regulares o intermedias y mejores rendimientos.

La fecha de siembra: Para algunas localidades, esta puede ser una táctica preventiva importante, sea porque se puede manejar la fecha de siembra favoreciendo los períodos de mayores precipitaciones por su efecto sobre la plaga, o teniendo en cuenta la susceptibilidad o niveles de infestación de los cultivos o campañas de cultivos que se sembraron con anterioridad.

La programación de las siembras: La programación de las siembras se refiere a los campos que se siembran primero y los últimos, teniendo presente el cultivo anterior, la colindancia, las posibles fuentes de infestación y la dirección predominante de los vientos. Según Jiménez *et al.* (2000), los campos de papa sembrados en fechas tempranas son fuentes de poblaciones que emigran hacia los campos que se siembran tardíamente, debido al vuelo de los adultos desde las plantas de mayor edad, superpobladas y deterioradas, hacia las plantas más jóvenes y con mejores condiciones para su alimentación y reproducción.

La remoción del suelo: La preparación del suelo es una táctica fundamental para bajar las fuentes de infestación de esta plaga en los campos que se van a sembrar, principalmente cuando el cultivo anterior fue atacado por *T. palmi* y los niveles de malezas dicotiledóneas fueron altos. La inversión del prisma en la preparación del suelo, así como las labores de aporte, son tácticas muy efectivas para exponer la plaga a la superficie y la acción de los rayos solares o dañar mecánicamente las pre-pupas y pupas que se encuentran en el suelo.

La calidad de las plántulas: Cuando la siembra se realiza de trasplante, se recomienda que las plántulas sean obtenidas bajo sistemas protegidos, de forma tal que se minimicen los riesgos de infestación primaria de los campos. La revisión y tratamiento previos de las plántulas es una táctica muy recomendada.

Las coberturas al suelo: Esta táctica está siendo muy aceptada por los agricultores, incluso para cultivos anuales. En el caso de su empleo para la lucha contra trips en general y *T. palmi* en particular, las experiencias indican que:

- Las plantas que se siembran como coberturas y las malezas que se toleran entre hileras de plantas pueden funcionar deprimiendo poblaciones de esta plaga, principalmente por la limitación de superficie del suelo para el desarrollo de la pupa, el incremento de poblaciones de hormigas depredadoras en el suelo, la mejora del microclima en el suelo para favorecer la acción de microorganismos sobre pupas y adultos, y el favorecimiento de fuentes alternativas de alimento a los adultos de los predadores, entre otros.
- El arroje, que disminuye las posibilidades de empupar en el suelo, contribuye a un microclima favorable para el desarrollo de microorganismos que actúan sobre pupas y adultos en el suelo y favorece la actividad de hormigas depredadoras.
- El uso de cobertores de plásticos reflectores, que controlan significativamente las poblaciones de la fase de pupa, al impedir su realización en el suelo, así como por el efecto de las radiaciones de calor sobre el envés de las hojas, donde se desarrollan las poblaciones de ninfas.

Los policultivos: Contribuyen a disminuir la ocurrencia de inmigrantes, además de que pueden favorecer el desarrollo de los biorreguladores, como en el caso del maíz (*Zea mays*) (Mederos *et al.* 2001).

El manejo del riego: El riego tiene un efecto negativo sobre las poblaciones aéreas (ninfas y adultos) y sobre las poblaciones del suelo (pre-pupas, pupas y adultos). Según estudios conducidos en el cultivo de la papa, el riego por aspersión deprime las poblaciones por efecto mecánico. Existen diferencias en la eficacia de los

diferentes sistemas de riego, pues los aspersores mecánicos tradicionales deprimen alrededor del 40%, mientras el sistema de pivote central eléctrico tiene efectividad del 55%; en ambos casos, las poblaciones más deprimidas por este efecto físico son las de los niveles superior (46-66%) y medio de las plantas (54-68%), siendo las ninfas las más sensibles (Vázquez 2003).

Debido a que las mayores poblaciones de ninfas se encuentran en el nivel medio de la planta y las de adultos en el nivel superior (Jiménez *et al.* 2000, Plana *et al.* 2001, Suris y Plana 2001), el manejo del riego por aspersión puede ser una táctica preferencial para el combate de *T. palmi*. El riego por gravedad o superficial puede ser manejado para exponer el suelo, en la zona debajo de la planta, a niveles de agua en estado de inundación, lo que afecta directamente las poblaciones de pre-pupas y pupas en el suelo y limita la emergencia de los adultos. Tanto el riego por aspersión como por gravedad mantienen un alto nivel de humedad en el microclima del campo cultivado, que permite un menor desarrollo de las poblaciones, debido a que esta especie se desarrolla mejor en temperaturas altas y humedades bajas, y porque favorece el desarrollo de microorganismos entomopatógenos.

Eliminación de los restos de cosecha: Esta es una práctica muy recomendada, sobre todo si el cultivo que se ha cosechado fue atacado por y hubo niveles considerables de malezas hospedantes en los campos y sus alrededores. Esta fuente de infestación primaria puede contribuir significativamente a una mayor nocividad de la plaga, toda vez que al emerger el cultivo que se siembra, las poblaciones se incrementarán con mayor rapidez que si la infestación es por los inmigrantes. Por ello, se recomienda que en el cultivo anterior del esquema de rotación se evalúe la infestación por la plaga al concluir la cosecha, tanto en el cultivo como en las malezas, y que cuando se eliminen los restos de cosecha, se evalúe la calidad de la labor en dos momentos: inmediatamente después de concluida y antes de la preparación del suelo para la siembra siguiente.

Rotaciones de cultivos: Debido a la polifagia de esta especie, no resulta fácil disponer de buenos sistemas de rotación para cultivos anuales, aunque de forma general la rotación con gramíneas y dicotiledóneas del tipo II (*Solanum tuberosum*, *Sesamun indicum*, etc.) en la clasificación de hospedantes contribuye a disminuir las

poblaciones, siempre que sea una táctica que se maneje en el nivel de agroecosistema, no en campos específicos.

Solarización: Para la agricultura urbana y los semilleros en campo abierto, esta táctica de combate físico puede ser empleada con éxito para evitar infestaciones primarias cuando brota el cultivo.

Combate biológico

El combate biológico puede ser una posibilidad, dependiendo del sistema de producción, entre otros factores que pueden contribuir a que se logren efectividades económicas, como se resume a continuación:

- Para cultivos protegidos, sea en casas de cultivo o en sistema de cobertores, puede resultar eficaz la cría y liberación de depredadores, principalmente de chinichitas y ácaros, así como las aplicaciones de bioproductos a base de microorganismos entomopatógenos.
- En cultivos de pequeña escala a campo abierto y en agroecosistemas diversificados, en zonas rurales, periurbanas y urbanas, la conservación de los biorreguladores es una táctica muy promisoriosa, al igual que la liberación de entomófagos depredadores y las aplicaciones de bioproductos.
- Para los cultivos a gran escala de explotación intensiva, es posible obtener buenos resultados con las aplicaciones de bioproductos.

En el caso de los entomófagos, las mejores experiencias se han logrado con liberaciones inoculativas de crisópidos (*Chrysopa* spp.), antocóridos (*Orius* spp.) y ácaros depredadores, combinadas con la conservación de estos y otros biorreguladores que habitan en los agroecosistemas (Vázquez *et al.* 1997). En estos casos, las principales tácticas de conservación son (Vázquez *et al.* 1997):

1. Realizar monitoreos u observaciones periódicas en los campos, para dar seguimiento al desarrollo de las poblaciones de la plaga y de los entomófagos.
2. Siempre que sea posible, aplicar los insecticidas dirigidos al suelo, no al follaje, para minimizar el efecto tóxico directo de estos productos.
3. Emplear bioproductos entomopatógenos, por su menor efecto sobre los biorreguladores.

4. Para sistemas diversificados de producción, los policultivos pueden contribuir al desarrollo de los biorreguladores.

5. Mantener condiciones de humedad óptima en los campos y, si es posible, emplear cercas vivas perimetrales que minimicen los efectos de las corrientes superficiales de aire.

Los bioproductos a base de microorganismos entomopatógenos también resultan efectivos cuando las aplicaciones comienzan desde que aparecen las primeras poblaciones de adultos (inmigrantes) en los campos, continuándolas con frecuencia para garantizar un nivel continuo de inoculación que demuestre que las poblaciones de *T. palmi* se pueden mantener bajas.

Desde luego, esta táctica será más efectiva en la medida en que se logre mantener el monitoreo periódico de los campos y se realicen con la calidad requerida para este tipo de aplicaciones, además de su integración con las aplicaciones foliares de insecticidas y fungicidas.

Los biopreparados pueden aplicarse solos o mezclados; en estos últimos casos se logra aumentar la efectividad, sobre todo cuando se mezcla un hongo entomopatógeno con bacterias del género *Bacillus*. Los entomopatógenos recomendados son preparados a base de *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae* y *Bacillus thuringiensis*, lo que por supuesto depende mucho del manejo de las cepas que se empleen, de la calidad del bioproducto en la solución final (virulencia, pureza, viabilidad y concentración) y de la calidad de la aplicación.

Combate químico

El uso de insecticidas es una de las prácticas más documentadas para el combate de *T. palmi*, recomendándose diversidad de moléculas; sin embargo, también existen referencias sobre bajas efectividades debidas a la aparición de resistencia o efectos adversos sobre las poblaciones de biorreguladores (Kawai y Kitamura 1987, Etienne y Watermuelen 1990, Cermeli *et al.* 1993), lo que demuestra que el combate químico debe ser conducido cuidadosamente (Rodríguez *et al.* 2003)

Precisamente, debido a las bajas efectividades o los efectos adversos que se obtienen por insecticidas de amplio espectro o por las mezclas de insecticidas (Etienne y Watermuelen 1990, Murguido y Elizondo 2002), la molécula imidacloprid y otras han constituido

una alternativa exitosa en muchos países de la región, como se demuestra en los estudios recientes realizados por Murguido y Elizondo (2002) y Murguido *et al.* (2002), quienes determinaron como más efectivas, prolongándose sus efectos durante 24 días con dos aplicaciones a intervalos de seis días, las siguientes:

- Imidacloprid 35 Cs (1,0 y 1,5 L/ha)
- Imidacloprid 70 WG (0,350 kg/ha)
- Diafentiurón 50 CE (0,5-0,75 L/ha)
- Profenofós 72 CE (0,72 L/ha)

Cuando se logra emplear insecticidas que se aplican a las semillas, a las plántulas o en el momento de la siembra, los que por supuesto deben tener efectos prolongados sobre las primeras poblaciones de adultos que emigran a los campos cultivados, se obtiene una forma de integrar los plaguicidas al manejo de la plaga, ya que se pueden combinar con el combate biológico, siempre y cuando se logre mantener las poblaciones de la plaga por debajo de los índices permitidos para el cultivo de interés.

Literatura citada

- Alvarez, CF; Guzmán, GE; Vergara, R. 2002. Aspectos biológicos de *Thrips palmi* (Thysanoptera:Thripidae) y capacidad de consumo de un enemigo natural en condiciones de laboratorio. *Revista Colombiana de Entomología* 28 (1):27-31.
- Bueno, JM; Cardona, C. 2003. Umbral de acción para *Thrips palmi* (Thysanoptera: Thripidae) en habichuela en el Valle del Cauca, Colombia. *Revista Colombiana de Entomología* 29(1):51-55.
- Castiñeiras, A; Baranowski, RM; Glenne, H. 1997. Distribución of *Neoseiulus cucumeris* (Acarina: Phytoseiidae) and its prey *Thrips palmi* (Thysanoptera: Thripidae) within eggplant in South Florida. *Florida Entomologist* 80(1):211.
- Castro, R; Montagne, A; Cermeli, M. 1993. Biología de *Thrips palmi* Karny (Thysanoptera: Thripidae) en caraota *Phaseolus vulgaris* L. In V Congreso Latinoamericano y XIII Venezolano de Entomología. Resúmenes, p. 10.
- Cermeli, M; Momtaje; Godoy, F. 1993. Resultados preliminares en el control químico de *Thrips palmi* Karny (Thysanoptera: Thripidae) en caraotas (*Phaseolus vulgaris* L.). *Boletín de Entomología Venezolana* 8(1):63-73.
- Cooper, B. 1991. Status of *Thrips palmi* Karny in Trinidad. *FAO Plant Protection Bulletin* 39(1):45-46.
- Chu, L. 1996. Republic of China. In *Integrate Pest Management in Asia and the Pacific*. Tokyo, Assian Productivity Organization. 170 p.
- Díaz, J; Cardona, C; Bueno, JM. 2003. Caracterización de genotipos de frijol (*Phaseolus vulgaris*) por su resistencia a *Thrips palmi* (Thysanoptera: Thripidae). *Revista Colombiana de Entomología* 29(1):35-42.
- Etienne, J; Guyot, J; Van Watermuelen, X. 1990. Effects of insecticides, predation and precipitation on population of *Thrips palmi* on Aubergine (Eggplant) in Guadeloupe. *Florida Entomologist* 73(2):339-342.
- Etienne, J; Van Watermuelen, X. 1989. *Thrips palmi* (Karny) Thysanoptera: Thripidae et les autres revageurs de laubergine en Guadeloupe. In *Caribbean Food Crops Society Annual Meeting*. INRA (25, Antilles-Guyana). *Proceedings*. Guadalupe. p. 398-410.
- Franqui, RA; Pantoja, A; Ruiz, H; Segarra-Carmona, E. 1989. Advances in the control of *Thrips palmi* (Karny) (Thysanoptera:Thripidae) in Puerto Rico. In *Caribbean Food Crops Society Annual Meeting*. INRA (25, Antilles-Guyana). *Proceedings*. Guadalupe. p. 411-418.
- Girling, DJ. 1992. *Thrips palmi*: a Literature Survey with an annotated bibliography. s.l. International Institute of Biological Control. 37 p.
- González, C. 2000. Empleo de trampas de colores para la captura de la entomofauna presente en la asociación de los cultivos de frijol y maíz. Resumen de tesis en opción al título de Master en Protección vegetal. Mención en Manejo de Plagas. *Revista de Protección Vegetal* 15(3):200.
- Guyot, J. 1988. Revue bibliographique et premieres observations en Guadeloupe sur *Thrips palmi* Karny. *Agronomie* 8(7):565-575.
- Hall, R. 1992. Pathogen on *Thrips palmi* in Trinidad. *Florida Entomologist* 75(3):380-383.
- Hessein, NA; Parrella, MP. 1990. Predatory mites help to control thrips on floriculture crops. *California Agriculture* 44(6):19-21.
- Hirose, Y. 1990. Prospective use of natural enemies for controlling *Thrips palmi* (Thysanoptera: Thripidae). In *International Seminar on the use of parasitoids and predator to control agricultural pests*. FFTC-NARC. Tukuba Science City, Japan. p. 18.
- Honda, Y; Kameya, I; Iwaki, M; Hanada, K; Tochiyama, H; Tokashiki, I. 1989. Occurrence of Tomato Spotted Wilt Virus in watermelon in Japan. *ASPAC*. p. 14-19. (Food and Fertilizer Technology Center Technical Bulletin no. 114).
- Jiménez, S; Cortiñas, J; López, D. 2000. Distribución temporal y espacial y consideraciones para el monitoreo de *Thrips palmi* en Cuba. *Manejo Integrado de Plagas* 57:54-57.
- Jones, MT. 1990. The threat of *Thrips palmi* to crop production in the Caribbean region. In *Meeting of the Technical Advisory Committee of Plant protection Directors of the Caribbean*. IICA. (6). *Proceedings*. St. Lucia. p. 65-67.
- Kawai, A. 1990. Control of *Thrips palmi* Karny in Japan. *Japan Agricultural Research Quarterly* 24(1):43-48.
- Kawai, A; Kitamura, C. 1987. Studies on population ecology of *Thrips palmi* Karny. Evaluation of effectiveness of Control Methods Using a Simulation Model. *Appl. Ent. Zool.* 22(3):292-302.
- Lewis, T. 1973. *Thrips: Their biology, ecology and economic importance*. London, UK, Academic Press. 349 p.
- Mederos, D; Del Pozo, E; González, C; Gómez, J. 2001. Comportamiento de *Thrips palmi* Karny en frijol en diferentes sistemas de cultivo. In *Seminario Científico Internacional de Sanidad Vegetal* (4, Varadero, CU). *Memorias*. p. 233.
- Mirabal, A; Martínez, V; Pérez, V. 1998. *Compilación Bibliográfica sobre Thrips palmi* (Karny). Ciudad de La Habana, CU, INISAV. *Boletín Técnico* 4(4):1-60.
- Murguido, CA; Elizondo, AI; Vázquez, LL; Suris, M; Avilés, R. 2001. Diagnóstico, biología, nocividad y métodos de lucha

- contra *Thrips palmi* Karny. Resultado presentado para optar por premio en la Academia de Ciencias de Cuba. La Habana.
- Murguido, CA; Elizondo, AI. 2002. Efectividad de insecticidas químicos en el control de *Thrips palmi* Karny en el cultivo de la papa. *Fitosanidad* 6(3):41-45.
- Murguido, CA; Elizondo, AI; Peña, E. 2002. Control químico de *Thrips palmi* Karny en el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.). *Fitosanidad* 6(1):55-60.
- Nagai, K. 1991. Integrated control programas for *Thrips palmi* Karny on eggplants (*Solanum melongena* L.) in an open field. *Japp. Appl. Entomol. Zool.* 35(4):283-289.
- Norris, RJ; Memmott, J; Lovell, DJ. 2002. The effect of rainfall on the survivorship and establishment of a biocontrol agent. *Journal of Applied Ecology* 39(2):226-234.
- Osorio, J; Cardona, C. 2003. Fenología, fluctuación de poblaciones y métodos de muestreo para *Thrips palmi* (Thysanoptera: Thripidae) en habichuela y frijol. *Revista Colombiana de Entomología* 29(12):43-49.
- Piedra, F; Jiménez, S; Milán, M. 1999. Ciclo biológico de *Thrips palmi* Karny en diferentes temperaturas controladas. *Fitosanidad* 3(3):17-20.
- Plana, L; Suris, M. 2001. Ciclo de desarrollo de *Thrips palmi* Karny (Thysanoptera:Thripidae) en laboratorio. *Revista de Protección Vegetal* 16(1):23-25.
- Plana, L; Suris, M; Cabrera, A; Rodríguez, H. 2001. Determinación del foliolo apical de la hoja de papa var. Desiree como unidad muestral en el monitoreo de *Thrips palmi* Karny. *Revista de Protección vegetal* 16(1):26-29.
- Rodríguez, H. 1999. Inventario de ácaros fitoseídos asociados a especies del orden Thysanoptera. *Revista de Protección Vegetal* 14(1):47-50.
- Rodríguez, I; Duran, I; Morales, H; Cardona, C. 2003. Líneas base, dosis diagnóstico y medición periódica de resistencia a imidacloprid, spinosad y carbosulfan en poblaciones de adultos de *Thrips palmi* (Thysanoptera: Thripidae) en el Valle del Cauca, Colombia. *Revista Colombiana de Entomología* 29(1):29-33.
- Salas, J; Cermeli, M. 1995. Manejo Integrado de thrips o piojillo amarillo de la caraota *Thrips palmi* Karny en Venezuela. Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias (FONAIAP). Venezuela, Ministerio de Agricultura y Cría.
- Smith, IM; McNamara, DG; Scott, PR; Holderness, M. 1997. *Thrips palmi*. Data Sheets on Quarantine Pests. Quarantine Pest for Europe. 2 ed. Inglaterra, CAB International y EPPO. p. 538-542.
- Suris, M; Plana, L. 2001. Distribución en la planta y en el campo de *Thrips palmi* (Thysanoptera: Thripidae) en papa de la variedad Desiree. *Revista de Protección Vegetal* 16(2-3):80-83.
- Trujillo, Z; Pérez, RP; Borroto, D; Corrales, E. 2001. Distribución espacial y vertical de *Thrips palmi* Karny en el cultivo del pepino (*Cucumis sativus* L.) en condiciones de organopónico. *Fitosanidad* 5(1):13-15.
- Vázquez, LL; Rodríguez, E. 1999. Plantas hospedantes de *Thrips palmi* Karny (Thysanoptera: Thripidae) en Cuba. *Fitosanidad* 3(3):37-40.
- Vázquez, LL; Blanco, E; Rodríguez, E; De la Torre, P; Rijo, E. 1997. Elementos para la conservación de los enemigos naturales de *Thrips palmi*. Ciudad de La Habana, CU, Ed. CIDISAV. 21 p.
- Vázquez, LL; Rodríguez, E; Blanco, E; De la Torre, P; Rijo, E. 1999. Ocurrencia de enemigos naturales de *Thrips palmi* Karny (Thysanoptera: Thripidae) en cultivos agrícolas. *Fitosanidad* 3(3):113-114.
- Vázquez, LL; Murguido, C; Peña, E. 2001. Control biológico por conservación de los enemigos naturales en los programas de manejo de plagas introducidas. *In Seminario Científico Internacional de Sanidad Vegetal* (4, Varadero, CU). *Memorias*. p. 236-237.
- Vázquez, R. 2003. Comportamiento de poblaciones de *Thrips palmi* Karny en el cultivo de la papa bajo diferentes sistemas de riego. Tesis de Diploma en opción al título de Ingeniero Agrónomo. La Habana, CU, Universidad Agraria de La Habana. Facultad de Agronomía. 51 p.
- Walker, AK. 1992. Pest Status. Cap. 1. *In Thrips palmi: a literature survey with an annotated bibliography*. International Institute of Biological Control. p. 1-5.

Mosca Blanca al Día

Coordinador: Luko Hilje
(lhilje@cafiac.ac.cr)

No. 44

Setiembre, 2003



Nota editorial

En este número, que representa el de cierre de 11 años de publicación ininterrumpida de *MBDía*, nos hemos propuesto resaltar tres aspectos, todos ellos positivos, además de elocuentes en cuanto al valor de la cooperación internacional: un promisorio programa de mejoramiento de tomate en Guatemala, gracias al apoyo de colegas de Israel, EUA y Francia; una red mundial que se enriquece y amplía su cobertura; y la realización de un congreso mundial sobre el manejo de moscas blancas y virus. Esto, sin duda, denota ese espíritu altruista de investigadores interesados de manera genuina en resolver problemas serios en el campo agrícola y, sin mezquindades, compartir técnicas y conocimientos.



Resistencia a virosis en tomate

En 1998 se inició un proyecto para seleccionar resistencia a begomovirus en el oriente de Guatemala. Se obtuvieron genotipos de tomate con resistencia al virus del rizado amarillo de la hoja del tomate (TYLCV), provenientes de varios programas de mejoramiento, los cuales poseían resistencia derivada de varias fuentes silvestres: del INRA (Francia), de *L.*

pimpinellifolium y *L. peruvianum*; de la Universidad Hebrea de Jerusalén (Israel), de *L. hirsutum*; del Centro Volcani (Israel), de *L. peruvianum*; y, más recientemente, de la Universidad de Florida, de *L. chilense*. A partir de estos genotipos resistentes al TYLCV se han seleccionado varias líneas que presentan altos niveles de resistencia frente a los begomovirus locales.

En el 2001, los productores de tomate de esa región sufrían grandes pérdidas a causa de la virosis transmitida por mosca blanca, por lo que hubo que producir, con la mayor brevedad, algún cultivar que pudiera ayudar a enfrentar este problema. Sin embargo, la calidad del fruto de las líneas resistentes no era adecuada para la comercialización, principalmente por la falta de un buen nivel de firmeza. Por tanto, para obtener frutos de mejor calidad e introducir resistencia a otras enfermedades y otras características de interés, se realizaron cruces entre las líneas resistentes y otras líneas. Una de las mejores líneas resistentes con la que se contaba en ese momento era la denominada F6-2211 (derivada del híbrido Favi 9, proveniente de la HUIJ). Su cruce con líneas susceptibles dio origen a dos híbridos que tuvieron un comportamiento excelente cuando fueron evaluados sin protección contra la mosca blanca, aunque la calidad del fruto aún no fue la óptima. Estos dos híbridos se llamaron Llanero 1 y Llanero 7, por estar nuestro campo experimental cerca de una aldea llamada Los Llanos.

Resultados con los híbridos entre líneas resistentes y líneas susceptibles, evaluados durante el segundo ciclo de cultivo del 2001 (septiembre-2001 a febrero-2002).

Híbrido	Origen	ISE (30 días)	ISE (60 días)	Peso/fruto (X)(g)	Rendimiento/planta (X)(g)
Llanero 7	F6-2211 X Susceptible**	1,3	1,8	49,6	1495 A*
Llanero 1	HC-7880*** X F6-2211	1,5	2,1	54,0	1160 AB
H 13	Híbrido comercial	3,0	3,1	17,4	298 DE

*Prueba de medias de Duncan (10%); **Línea susceptible de la HUIJ; ***Línea susceptible proveniente del Instituto de Investigaciones Hortícolas Lilliana Dimi-trova de Cuba; ISE= índice de severidad de la enfermedad, en una escala de 0-4 (los valores menores de 2 son indicativos de resistencia).



Recientemente fue aprobado un proyecto por el programa CDR de la USAID, en el cual participan los Drs. Douglas Maxwell (Universidad de Wisconsin) y Hanokh Czosnek (HUU). Dentro de este proyecto se han seleccionado nuevas plantas resistentes a partir de los híbridos mencionados. Por ejemplo, la línea 175-1 fue seleccionada en la F_2 de un híbrido del cruce entre dos líneas resistentes. En este caso el híbrido se produjo por un cruce entre la línea GF13 (con resistencia derivada de *L. hirsutum*) y GS16 (con resistencia derivada de *L. chilense*). Este híbrido presentó altos niveles de resistencia y, como puede observarse en la fotografía adjunta, las plantas seleccionadas también presentan una alta resistencia. El último ciclo de selección se realizó en septiembre del 2003, y en él participaron el Dr. Maxwell y el Dr. John W. Scott (Universidad de Florida). En el siguiente sitio de internet, preparado por el Dr. Maxwell hay detalles y fotografías de esta actividad: www.plantpath.wisc.edu/GeminivirusResistantTomatoes/CDR/

En diciembre se trasplantará el próximo ciclo, el cual se seleccionará en marzo de 2004. Algunas de las líneas más avanzadas están siendo cruzadas actualmente para la producción de híbridos que serán evaluados en diferentes regiones del país. **(Información aportada por el Dr. Luis Mejía, Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala ssr@concyt.gob.gt)**



Una red mundial en evolución

Desde 1999 ha existido la *European Whitefly Studies Network* (EWSN), coordinada por el Dr. Ian Bedford. No obstante, dicho esfuerzo se amplió más allá de dicho continente, para conformar la red mundial *Worldwide Aleyrodidae Study Programme* (WASP) (ver MBDía 41). Esta era una plataforma para la colaboración y el intercambio de información entre los diversos grupos que trabajan en la bioecología y el manejo de las moscas blancas (familia Aleyrodidae) y los virus que varias de ellas transmiten.

En setiembre del año en curso se decidió cambiar su nombre por el de *The International Whitefly Studies Network* (IWSN), de modo que su boletín ahora se denomina *IWSN Newsletter* y no *EWSN Newsletter*. Asimismo, amplió a ocho sus grupos, entre los que figuran: *EUA* (Dra. Judith Brown y Dr. David Byrne), *América Latina* (Dr. Luko Hilje), *Trópicos* (Dr. Francisco Morales), *Europa* (Dr. Ian Bedford), *África* (Dr. Abdel Hanafi y Dra. Kerstin Krüger), *Medio Oriente* (Dr. Henryk Czosnek y Dr. Douglas Maxwell), *Asia* (Dr. Muhammad Naveed) y *Australasia* (Dr. Paul de Barro).

Las direcciones de estas personas aparecen en el boletín *IWSN Newsletter* No. 17 (setiembre), que puede ser accesado en el portal www.whitefly.org. Cabe indicar que en cada número de dicho boletín se resalta la labor de uno de estos grupos, y que en el No. 17 (setiembre) se destacó a América Latina.



Congreso mundial

En febrero de 2001 se realizó en Sicilia, Italia, el *First European Whitefly Symposium*, organizado por la *Red Europea para el Estudio de las Moscas Blancas* (EWSN). Ahora anunciamos que la segunda versión de dicho evento se efectuará en Cavtat, Croacia (en la costa del bello mar Adriático), del 5 al 9 de octubre de 2004. Para información e inscripciones, se puede acceder al sitio www.whitefly.org/EWSII-info.htm, o escribir a la Dra. Katja Zanic (katja@krs.hr, Fax: (385) 21316584).

Este Boletín está disponible por correo electrónico, o dentro de la revista *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología*, a la cual puede ingresar a través de <http://www.catie.ac.cr/moscablanca>

CATIE Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza



Plagas Forestales Neotropicales

Jorge Macías (jmacias@tap-ecosur.edu.mx)
Marcela Arguedas (marguedas@itcr.ac.cr)
José Cola Zanuncio (zanuncio@mail.ufv.br)
Luko Hilje (lhilje@catie.ac.cr)
Editores

No. 11

Setiembre, 2003

Editorial

Dada la importancia que todos y cada uno de los elementos presentes en los ecosistemas tropicales tienen para el desarrollo socioeconómico de los países que los poseen, cada vez es más sentida la falta de conocimientos básicos de las especies que los conforman, ya sean animales o vegetales.

En nuestra disciplina, el interés creciente por especies forestales nativas demanda el conocimiento de sus aspectos de salud, desde la recolección de la semilla y el manejo de viveros, hasta llegar al manejo de plantaciones, sin omitir el manejo de la trocería en los sitios de arrime, pues las condiciones tropicales promueven un deterioro muy acelerado en comparación con el que ocurre en zonas templadas.

Existe una cantidad importante de información sobre la biología, ecología y métodos de combate de insectos como el barrenador de brotes de las meliáceas (*Hypsipyla grandella*) y los descortezadores de pinos (Scolytidae), así como de algunos insectos y enfermedades importantes en eucaliptos.

Sin embargo, para el resto de las especies forestales tropicales (esto es especialmente notorio en el caso de las latifoliadas ame-

ricanas), solo se cuenta con algunos listados de insectos y enfermedades asociados con ellos y, en el mejor de los casos, hay información anecdótica acerca de su comportamiento o de los daños que producen. La información básica de la biología y la ecología de estas especies es muy incipiente, y la información referida a su manejo es prácticamente inexistente.

El conocimiento de las especies latifoliadas americanas en sí no está en mejores condiciones. El grueso de la información se centra en aspectos taxonómicos y descriptivos, de biodiversidad y de estructura en ambientes naturales y en acahuales (áreas de crecimiento secundario). Lo referente a aspectos biológicos básicos y aplicados es muy escaso, y es rara la información importante sobre la conservación de semilla, germinación, tiempo de desarrollo, manejo en plantaciones, podas y aspectos de mercado.

Existe un tercer vértice de este análisis. En el momento en que se establece una plantación o una plataforma en un vivero, se ponen a disposición de los herbívoros (principalmente los insectos y microorganismos) una gran cantidad de individuos nativos de una sola

especie en densidades mucho más altas que las que existen en forma natural, generando así un sistema en donde los herbívoros se tornan en verdaderos factores de impacto. Y es aquí en donde hacen falta los conocimientos básicos acerca de ambos: los agentes dañinos y sus hospedantes.

Sin embargo, otro nivel de conocimientos, muchas veces más importante para su manejo, es el de las interacciones que tienen ambos componentes en este sistema insecto-árbol o microorganismo-árbol.

Uno de los mejores ejemplos de esta interacción y sus implicaciones en el manejo de especies forestales es el hecho de que muchos árboles tropicales no están acostumbrados a que parte de su tronco esté expuesto a los rayos solares, y sufren de "quemaduras" que matan el cambium de las zonas más sensibles, produciéndose heridas que se convierten en sitios de entrada de canchales y de insectos barrenadores oportunistas que, de estar el cambium vivo, no serían capaces de penetrar.

El estudio de las interacciones insecto-árbol o de microorganismo-árbol es clave si en verdad se quiere generar recursos económicos y de

índole ambiental con especies nativas latifoliadas.

Un defoliador del roble

Observaciones biológicas preliminares sobre *Eulepte gastralis*, (Lepidoptera: Pyralidae), defoliador del roble. Se pretendió conocer más detalladamente la biología del piralido *Eulepte gastralis* (Guenée), así como determinar los enemigos naturales asociados en plantaciones comerciales de roble, *Tabebuia rosea* Bertol. En el municipio de San Angel, Magdalena, México, en plantaciones de roble, se recolectaron larvas de *E. gastralis* en diferentes instares y se mantuvieron en el laboratorio a 25°C y 70% HR, en promedio, donde se alimentaron con follaje recolectado en el campo y mantenido a 5°C en bolsas plásticas selladas. Se establecieron mangas entomológicas en el campo para realizar observaciones *in situ* del defoliador. Los adultos obtenidos en cautiverio se alimentaron con agua-miel y se ubicaron en jaulas que contenían plántulas de roble, para estimular la oviposición. La duración promedio (en días) de los estados del insecto en el laboratorio fue de 33,96 (larva), 3,46 (prepupa) y 14,2 (pupa); para los adultos fue de 6,03 (hembra) y 5,16 (macho). No se determinó la duración del huevo. Los enemigos naturales obtenidos en el laboratorio, de larvas procedentes de campo, fueron *Apanteles* sp., *Chelonus* sp. y *Phanerotoma* sp. (Braconidae), *Eiphosoma* sp. (Ichneumonidae) y

Prosierola sp. (Bethyliidae). Sus niveles de parasitismo máximos en el campo fueron de 11% para *Apanteles* sp. y menos de 5% para los demás. Esta última fue la especie más frecuente en larvas de tercer instar del defoliador, para la cual se calculó una longevidad promedio de 14 días y 7 días en estado de pupa.

(Resumen presentado en el XXX Congreso de la Sociedad Colombiana de Entomología (SOCOLEN) (Cali, julio 2003), por Helena Moreno, Edgar Blandón y Moisés Rojas, de la Corporación Nacional de Investigación y Fomento Forestal, CONIF. conif@colomsat.net.co).

Gomosis del roble marfil

El roble marfil (*Terminalia ivorensis*) es una especie forestal proveniente de África, la cual ha sido introducida a diferentes regiones tropicales, como América Central. Es una especie de rápido crecimiento y su madera es medianamente suave, amarillo claro hasta pardo amarillento con vetas, lo cual le da un aspecto muy agradable.

En Costa Rica ha sido utilizada regularmente en proyectos de reforestación en las regiones Huetar Norte y Huetar Atlántica del país, las cuales se caracterizan por ser muy húmedas, con niveles de precipitación mayores de 2500 mm. En estas regiones, durante los dos primeros años, muchas plantaciones son atacadas por un cancro denominado "gomosis del roble marfil".

El daño se presenta en el tallo y, en menor incidencia, en ramillas de árboles menores de 2 años. El cancro se observa inicialmente como una necrosis parda oscura en pequeñas secciones de la corteza, las cuales permanecen adheridas al tallo como "hundimientos"; además, las regiones sanas adjuntas sufren sobrecrecimientos corticales, produciendo deformaciones en toda el área afectada. Al secarse, estas áreas necróticas se fisuran longitudinalmente y el hospedante reacciona produciendo gotas de savia pardo brillante, las cuales pueden llegar a cubrir el área afectada, por lo que se denomina "gomosis". El agente causal ha sido identificado como *Nectria* sp.



Hasta el presente, la enfermedad se ha manejado satisfactoriamente, realizando aplicaciones al fuste y ramillas afectadas con una mezcla de hidróxido de cobre con prochloraz y eliminando por completo los árboles severamente afectados. Una vez que pasan los dos primeros años, los árboles de plantaciones tratadas superan el período de susceptibilidad y los canchros cicatrizan.

Control Biológico de Malezas

Vera Sánchez Garita, Coordinadora
(sanchezv@catie.ac.cr)

No. 6

Setiembre, 2003

Control biológico de malezas en Chile: experiencias para la implementación rápida de proyectos

Hernán Norambuena¹

Introducción

Chile está considerado como el país pionero en Latinoamérica en la implementación de proyectos de control biológico de malezas (CBM). En 1952, introdujo dos insectos crisomélidos para deprimir *Hypericum perforatum* L. y, posteriormente, hongos para el control de la maleza *Rubus constrictus* Lef. et M. (DeLoach *et al.* 1989). En Argentina, las introducciones de artrópodos y hongos realizadas por el INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria) (1981 y 1982) revelan la influencia positiva del Laboratorio de CBM del USDA-ARS, creado en 1962 y orientado hacia la búsqueda y selección de especies herbívoras sudamericanas para su utilización en EUA (DeLoach *et al.* 1989). En Brasil, se han identificado numerosos herbívoros con potencial para el control de malezas (Fontes *et al.* 1992, Pedrosa-Macedo *et al.* 2000). Por otra parte, varios estudios conducidos entre la Universidad de Florida y la Universidad de Brasil, el INTA Cerro Azul y el laboratorio del USDA-ARS en Argentina (Medal *et al.* 1999), así como los realizados por la Universidad del Estado de Paraná, la Universidad de Hawai y el Instituto de Investigaciones de Protección de Plantas de Sudáfrica, han permitido detectar e identificar herbívoros que están sien-

do exportados para su utilización en el extranjero (Pedrosa-Macedo *et al.* 2000).

La "vía rápida" para implementar proyectos de CBM

Una de las tácticas para la implementación rápida del CBM es la utilización de artrópodos introducidos previamente en otro país donde han sido considerados exitosos. Esta transferencia de un bioagente probado a un nuevo país, denominada "the short route" (Harley y Forno 1992), es menos costosa, ya que no se requiere de la exploración para seleccionar el bioagente, ni de los estudios cuarentenarios de especificidad y de crianza inicial (McFadyen 1998).

Un país que desee aprovechar la experiencia de otro para implementar un proyecto de CBM mediante artrópodos debe asegurarse en primer lugar de que se trata de la misma maleza que en el país desde donde se espera obtener el bioagente. Deberá analizar los antecedentes de especificidad (y determinar si se requieren pruebas adicionales) y eficacia del o los bioagentes, y las complejidades del proyecto, como la disponibilidad y experiencia del personal de apoyo, la infraestructura y los recursos de operación. También se debe solicitar

a las autoridades sanitarias locales los permisos requeridos para la introducción, recepción o transporte de los bioagentes, la limpieza cuarentenaria y el manejo inicial de cría para obtener colonias viables, y el levantamiento cuarentenario, para su liberación, la colonización y la evaluación en el campo.

Experiencias recientes en Chile

CBM de *Ulex europaeus* L. (espinillo)

El espinillo es una leguminosa originaria de Europa Occidental, que constituye una maleza invasora principal en áreas forestales, agropecuarias y urbanas. Debido a la ineficacia de los métodos convencionales de control, se inició un programa de CBM en 1976 con la introducción desde Nueva Zelanda del depredador de semillas *Apion ulicis*, el cual, aunque establecido, no ha logrado por sí solo un control satisfactorio (Norambuena 1995). Posteriormente, se introdujeron en 1996 y 1997 dos herbívoros específicos, previamente introducidos a Nueva Zelanda y EUA: el ácaro multivoltino *Tetranychus lintearius* Dufour (Acarina: Tetranychidae) y la polilla monovoltina *Agonopteryx ulicetella* (Stainton) (Lepidoptera: Oecophoridae).

La selección de estos bioagentes se fundamentó principalmente en: 1) la utilización previa de los herbívoros en otros países, en virtud de su especificidad; 2) ambos bioagentes atacan estructuras vegetativas de la maleza; y 3) ambos bioagentes presentaban un buen grado de establecimiento en al menos uno de los países de introducción previa (Hill *et al.* 1993, 1995, Markin *et al.* 1990, 1996, Norambuena *et al.* 2000). Previa a la introducción de estos bioagentes, se

¹ INIA-Carillanca, Chile. hnorambu@carillanca.inia.cl

estimó necesario confirmar la especificidad del hospedante en cuarentena, incluyendo la exposición de especies nativas (Martínez 1998, Norambuena *et al.* 2000).

El ácaro fue introducido a la cuarentena chilena, en la cual sobrevivieron dos biotipos, recolectados en Hawai y Portugal. Posteriormente, los ácaros se criaron en invernadero sobre plantas cultivadas de la maleza, y se los liberó en diversas áreas infestadas, donde el ácaro sobrevivió al menos tres años, en 18 de 26 sitios (69,2%). En algunas áreas, el bioagente se ha dispersado varios kilómetros y dañado la maleza, lo cual se ha manifestado en la notable clorosis del follaje causada por la alimentación del ácaro.

La polilla *A. ulicetella* se introdujo en 1996 y 1997 desde Hawai e Inglaterra, respectivamente. Este insecto presenta una alta incidencia de diapausa y su cría masiva resulta difícil, por lo que se han desarrollado técnicas de multiplicación de poblaciones viables. Después de su liberación en el campo, el bioagente ha sido recuperado en algunos sitios, pero aún se encuentra en la etapa de colonización (Norambuena *et al.* 2000).

CBM de *Orobancha ramosa*

Orobancha ramosa L. es una planta parásita de origen mediterráneo que, en años recientes, se ha constituido en la principal maleza del tomate en Chile, donde puede causar pérdidas de rendimiento de hasta el 85% (Díaz y Norambuena 2001). Entre los herbívoros que atacan la maleza en su lugar de origen (Mediterráneo) la única especie oligófaga es *Phytomyza orobanchia* Kaltenbach (Diptera: Agromyzidae), la cual es cada vez más utilizada (Spencer 1973, Kroschel y Klein 1999). El desarrollo de un proyecto de control biológico inundativo del insecto en Marruecos en los años 90, por el INRA y la GTZ-Universidad de Hohenheim, sugirió la posibilidad de implementar rápidamente un proyecto de introducción del bioagente en Chile. En 1998 y 1999 se trajeron de Marruecos tres poblaciones de pupas del bioagente a la cuarentena chilena. Luego de realizar la cuarentena de limpieza de dichas poblaciones, se completó un ciclo bioló-

gico bajo estrictas medidas de seguridad para evitar la dispersión de la maleza hacia áreas sin infestar.

Una dificultad en la ejecución de este proyecto ha sido la interrupción de la diapausa del bioagente, proceso fisiológico que puede durar años. Además, la maleza emerge solo en primavera y verano en el campo, y el edificio cuarentenario disponible se ubica en una zona aún no infestada por ella, lo cual obliga a multiplicar continuamente el insecto en el laboratorio, para sincronizar su liberación con la aparición de la maleza. Eso obligó a instalar un sistema tritífico que incluye el insecto, *O. ramosa*, y tomate, la planta hospedante de la maleza, todo en condiciones de cuarentena.

P. orobanchia completó su ciclo vital en orobanque cultivado en maceteros en cuarentena, y originó nuevas generaciones constituidas mayoritariamente por pupas invernantes, con exposiciones a temperaturas de 23 a 28°C y fotoperíodo corto de 12:12 horas luz:oscuridad. El ciclo vital se completó en un período de 19 a 30 días, y el número de pupas producidas por la hembra presentó una correlación positiva con el número disponible de tallos de orobanque. La conservación y el manejo de la diapausa de *Phytomyza* en el laboratorio se logró exponiendo las pupas a temperaturas de 6°C y fotoperíodo corto de 12:12 horas luz:oscuridad, entre 128 y 200 días.

Las liberaciones de *Phytomyza* en el campo resultaron en 1 a 3 generaciones sobre orobanque que estaba parasitando tomate y otras especies de plantas hospedantes (vegetación natural). El ciclo vital del insecto en el campo se completó entre 17 y 32 días, dependiendo de la temporada y el tipo de hospedante (cultivo o vegetación natural). El bioagente atacó cápsulas seminales y tallos de orobanque, principalmente. No obstante, el insecto no ha demostrado eficacia significativa para disminuir los impactos de la plaga sobre el cultivo de tomate, en las cantidades utilizadas (equivalentes a 60 000; 80 000 y 155 000 adultos/ha).

Phytomyza produce preferentemente pupas que invernan en los tallos de orobanque, comportamiento distinto

al del mismo insecto en Marruecos. Esto constituye un obstáculo para incrementar el bioagente y estudiar su colonización y eficacia durante el verano, estación de mayor ataque de la maleza en Chile. Sin embargo, la colonización del insecto sobre orobanque que se halla parasitando la vegetación natural ha resultado promisorio, especialmente en primavera, lo cual puede contribuir a la estrategia del país de disminuir su dispersión hacia las áreas con cultivos hospedantes aún libres de la plaga. No obstante, se debe considerar la introducción de razas del bioagente desde distintas áreas agroclimáticas del globo, que pueden tener una mejor sincronización ecolimática con las zonas infestadas en Chile.

Conclusiones

Uno de los principales problemas ambientales en países en desarrollo es el despeje continuo y masivo de áreas con bosque primario y el abandono de tierras densamente infestadas por malezas (Wilson y McFadyen 2000). Es posible esperar un incremento alarmante de malezas, las cuales pueden reducir los rendimientos de los cultivos entre un 10 y un 20% (Labrada 1996). Los antecedentes de seguridad y relaciones costo-beneficio del CBM en el mundo desarrollado, las enormes dificultades técnicas y económicas para controlar las malezas con métodos convencionales, y la experiencia adquirida en países del subcontinente (Argentina, Brasil y Chile), avalan la utilización de la "vía rápida" para iniciar o incrementar la implementación de proyectos de CBM en Latinoamérica.

Agradecimientos

El autor agradece el financiamiento del gobierno chileno a través de los Proyectos de CBM FONDECYT 1960030, FNDR IX Región 20098066, FNDR 20134472-0 y FONDO SAG IXI-55-0199. También agradece la cooperación internacional de M. Abderabihi, H. Atef, J. Collar, P. Conant, E. Coombs, J. Kroschel, O. Klein, G. Markin, S. Matayoshi, D. Shaw y K. Teramoto, quienes hicieron posible la transferencia y utilización de los bioagentes.

Literatura citada

- DeLoach, CJ; Cordo, HA; Crouzel, IS. 1989. Control biológico de malezas. Buenos Aires, AR, El Ateneo.
- Díaz, J; Norambuena, H. 2001. Parasitism and phenology of *Orobancha ramosa* L. on tomato. In Thalouarn, AF; Joel, DM; Musselman, LJ; Parker, C; Verkleij, JA. eds. International Parasite Weed Symposium (7, 2001, Nantes, FR). Proceedings. p. 47.
- Fontes, EG; Teixeira, CA; Pires, CS; Sujii, ER. 1992. Current status of the biological control of weeds in Brazil. In Delfosse, ES; Scott, RR. eds. International Symposium on Biological Control of Weeds (7, 1991, Canterbury, NZ). Melbourne, AU, DSLR/CSIRO. Proceedings.
- Harlev, KL; Forno, IW. 1992. Biological Control of Weeds: A handbook for practitioners and students. Sydney, AU, Inkata Press.
- Hill, RL; Gourlay, AH; Winks, CJ. 1993. Choosing gorse spider mite strains to improve establishment in different climates. In Prestidge, ed. Australian Conference on Grassland Invertebrate Ecology (6, 1993, Hamilton, NZ). Proceedings. p. 337-383.
- _____; O'donnell, DJ; Gourlay, AH; Speed, CB. 1995. Suitability of *Agonopterix ulicetella* (Lepidoptera: Oecophoridae) as a control for *Ulex europaeus* (Fabaceae: Genisteae) in New Zealand. Biocontrol Science and Technology 5:3-10.
- Kroschel, J; Klein, O. 1999. Biological control of *Orobancha* spp. with *Phytomyza orobanchia* Kalt. In Kroschel, J; Abderabihi, M; Betz, H. eds. Advances in Parasitic Weed Control at On-farm Level. v. 2. Joint Action to Control Orobancha in the Wana Region. Rabat, MA. p. 135-159.
- Labrada, R. 1996. The importance of biological control for the reduction of the incidence of major weeds in developing countries. In Moran, VC; Hoffmann, JH. eds. International Symposium on Biological Control of Weeds (9, 1996, Stellenbosch, SA). Proceedings. p. 287-290.
- McFadyen, RE. 1998. Biological control of weeds. Annual Review of Entomology 43:369-393.
- Markin, GP; Nagata, RF. 1990. Field test of host suitability of selected legumes to *Agonopterix ulicetella* (Stainton), a potential biological control agent of gorse (*Ulex europaeus* L.). Hawaii, US, USDA. 24 p.
- _____; Yoshioka, ER; Conant, P. 1996. Biological control of gorse in Hawaii. In Moran, YC; Hoffmann, JH. eds. International Symposium on Biological Control of Weeds (9, 1996, Stellenbosch, SA). Proceedings. p. 371-375.
- Martínez, G. 1998. Estudio de especificidad de los bioagentes *Tetranychus lintearius* Dufour y *Agonopterix ulicetella* (Stainton), introducidos para el control biológico de la maleza *Ulex europaeus* L. Tesis Ingeniero Agrónomo. Valdivia, CH, Universidad Austral de Chile. 158 p.
- _____; Norambuena, H; Carrillo, R; Neira, M; Rodríguez, F. 2000. Estudio de especificidad de la polilla del espinillo *Agonopterix ulicetella* (Stainton) para el control biológico del espinillo (*Ulex europaeus* L.) Agro Sur 28(1):133-151.
- Medal, JC; Gandolfo, D; Pitelli, RA; Santana, A; Cuda, JP; Sudbrink, DL. 2000. Progress and prospects for biological control of *Solanum varium* Dunal in the USA. In Spencer, NR. ed. International Symposium on Biological Control of Weeds (10, 1999, Montana, US). Proceedings. p. 627-631.
- Norambuena, H. 1995. Impact of *Apion ulicis* Forster (Coleoptera: Apionidae) on gorse *Ulex europaeus* L. (Fabaceae) in agricultural and silvicultural habitats in southern Chile. Ph.D. Thesis. Pullman, US, Washington State University.
- _____; Escobar, S; Rodríguez, F. 2000. The Biocontrol of gorse, *Ulex europaeus*, in Chile: A Progress Report. In Spencer, NR. ed. International Symposium on Biological Control of Weeds (10, 1999, Montana, US). Proceedings. p. 955-961.
- _____; Díaz, J; Kroschel, J; Klein, O; Escobar, S. 2001. Rearing and field release of *Phytomyza orobanchia* in Chile. In Thalouarn, AF; Joel, DM; Musselman, LJ; Parker, C; Verkleij, JA. eds. International Parasite Weed Symposium (7, 2001, Nantes, FR). Proceedings. p. 258-261.
- Pedrosa-Macedo HJ; Wikler, C; Vitorino, MD; Smith, CW. 2000. Current researchers of Brazilian Weeds in Paraná State-Biological control of weeds program, Curitiba, Paraná, Brazil. In Spencer, NR. ed. International Symposium on Biological Control of Weeds (10, 1999, Montana, US). Proceedings. p. 627-631. p. 639-643.
- Spencer, K. 1973. Agromyzidae (Diptera) of economic importance. La Haya, NL.

II Curso Latinoamericano en Control Biológico de Malezas

Del 10 al 17 de junio del 2004, en Montelimar, Nicaragua, se llevará a cabo el II Curso Latinoamericano en Control Biológico de Malezas, organizado por la Universidad de Florida, EUA, en cooperación con la Universidad Nacional Agraria de Nicaragua.

El Objetivo principal del curso consiste en proveer a los participantes de los principios y conocimientos básicos para el control biológico de malezas mediante insectos y patógenos, y está dirigido a biólogos, ecólogos de plantas, entomólogos, fitopatólogos y demás interesados en el manejo integrado de plagas para el control biológico de malezas en áreas de conservación y en áreas agrícolas y forestales.

Los interesados pueden contactar al Dr. Julio Medal, coordinador del curso, a través del correo electrónico medal@ifas.ufl.edu o bien, pueden visitar el sitio <http://biocontrol.ifas.ufl.edu/materials/nicaragua.htm> para mayor información.

Este Boletín está disponible por correo electrónico, o dentro de la revista Manejo Integrado de Plagas y Agroecología, a la cual puede ingresar a través de www.catie.ac.cr

CATIE Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza



Comisión del Codex Alimentarius celebrará reuniones anuales durante los próximos dos años

La 27ª sesión de la CCA se reunirá del 28 de junio al 2 de julio de 2004 en Ginebra, Suiza

La Comisión del Codex Alimentarius (CCA) decidió celebrar reuniones anuales durante los próximos dos años para acelerar el proceso de adopción de normas. Los miembros presentes en la 26ª sesión recalcaron la importancia de que el Fondo Fiduciario del Codex rápidamente recibiera fondos y se activara, a fin de facilitar la asistencia de países en desarrollo en la próxima reunión. Varios países se opusieron, argumentando que ya era difícil prepararse y asistir a la CCA cada dos años y que los países en desarrollo tendrían aún menos tiempo para comprender y discutir los temas.

El calendario de todas las actividades del Codex Alimentarius, los documentos de las reuniones de los comités del Codex y la lista actual de los Puntos de Contacto Nacionales del Codex en inglés, español y francés se pueden consultar en: www.codexalimentarius.net

¿Qué es el Codex Alimentarius y por qué es importante?

Las normas del Codex se orientan a proteger al más vulnerable en la sociedad de la distribución de alimentos contaminados y de pérdidas económicas debidas a la interrupción de exportaciones agrícolas causada por asuntos de SAIA y conflictos comerciales.

Fundada en 1963, la Comisión del Codex Alimentarius es el organismo internacional más importante en cuestiones de normas alimentarias, y es un órgano auxiliar de la FAO y la OMS. Codex Alimentarius significa "código alimentario" y es la compilación de todas las Normas, los Códigos de Prácticas, los Reglamentos y las Recomendaciones de la Comisión del Codex Alimentarius. Los objetivos principales del programa del Codex Alimentarius son: "proteger la salud de los consumidores, asegurar unas prácticas claras de comercio y promover la coordinación de todas las normas alimentarias acordadas por las organizaciones gubernamentales y no gubernamentales". Por lo general el Codex procura adoptar las normas mediante el consenso de los miembros presentes en las reuniones. Las normas del Codex consideradas por la Comisión del Codex primero son elaboradas mediante extensas discusiones en comités especializados, que están abiertos a todos los miembros del Codex, cada uno con igual derecho de opinar.

La importancia de la CCA ha aumentado, desde que la Organización Mundial del Comercio (OMC) adoptó el Codex Alimentarius, la OIE y la CIPF, "las tres hermanas", como los organismos internacionales encargados de establecer las normas alimentarias y de sanidad e inocuidad zoo y fitosanitaria. Los Acuerdos de la OMC sobre la Aplicación de Medidas Sanitarias y Fitosanitarias (Acuerdo MSF) y sobre los Obstáculos Técnicos al

Comercio (Acuerdo OTC) tomen en cuenta las normas del Codex, porque se basan en la ciencia y, por consiguiente, pueden ser usadas por la OMC para ayudar a resolver conflictos comerciales.

Una mayor armonización de las normas internacionales sobre la inocuidad de los alimentos y la realización de inversiones para cumplir con ellas proporcionará beneficios en el comercio y, al mismo tiempo, mejorará la inocuidad y la calidad de los alimentos. Debido a la actual falta de participación eficaz en el proceso del Codex por parte de muchos países de América Latina y el Caribe (ALC), muchas de las normas internacionales que afectan directamente a la salud pública y las exportaciones agrícolas se están elaborando sin la consideración total de los intereses comerciales y preocupaciones de salud de los países de esta región.

Dado que nuevas normas del Codex pueden afectar el acceso de un país a los mercados o significar cambios en los métodos de producción, es importante que los países cuenten con un comité nacional para revisarlas y presentar sus observaciones sobre cualquier norma propuesta. Aunque es importante presentar las observaciones nacionales, es imprescindible que representantes de los gobiernos se preparen y asistan a las reuniones del Codex para apoyar la posición oficial de sus países y asegurar que los temas importantes para estos formen parte del debate.

Apuntes de la 26ª Reunión de la CCA

La 26ª sesión de la Comisión del Codex Alimentarius (CCA) se celebró en la Sede de la FAO en Roma del 30 de junio al 7 de julio de 2003. La Comisión adoptó cincuenta y nueve (59) normas nuevas o revisadas e hizo varios cambios en el Reglamento Interno del Codex. El informe completo de la 26ª CCA puede encontrarse solo en inglés en este enlace: [Informe Final](#)

Delegados de 127 de los 169 países miembros del Codex asistieron a la reunión de la CCA, que constituye el mayor número que ha asistido hasta ahora a una sesión del Codex. El aumento en la asistencia y participación de países latinoamericanos fue bien recibido como una señal de progreso por la CCA y los demás delegados.

Asistieron 24 miembros del IICA: Antigua y Barbuda, Argentina, Barbados, Bolivia, Brasil, Canadá, Chile, Colombia, Costa Rica, Dominica, República Dominicana, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Haití, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, Estados Unidos, Uruguay y Venezuela.

Nueve miembros del IICA estuvieron ausentes*: Bahamas, Belice, Granada, Guyana, Jamaica, San Cristóbal y Nieves, Santa Lucía, Surinam, Trinidad y Tobago. *San Vicente y las Granadinas no es actualmente miembro del Codex.



Grupo de estudio de alimentación para animales - Anteproyecto de Código de Prácticas sobre Buena Alimentación Animal. Debido a la falta de consenso sobre este tema, no se adoptó por completo. Específicamente, se solicitaron más comentarios sobre la definición de "aditivos alimentarios" y sobre los párrafos 11, 12 y 13 del Proyecto de Código. El tema de interés fue el etiquetado de alimentos e ingredientes de alimentos que "constan de, contienen o se hacen a base de OGMs" como una medida de manejo de riesgos. Esto tendrá que apoyarse con el registro de datos y la rastreabilidad/rastreo de productos de todos los ingredientes que se utilizarían en los alimentos. La mayoría de los países de ALC todavía carece de la infraestructura necesaria para cumplir con la sección sobre rastreabilidad de la norma. La Comisión del Codex actualmente está solicitando comentarios sobre la definición de "aditivos alimentarios", para abordarla en la próxima reunión del Grupo de Estudio ad hoc sobre Alimentación de Animales.

Alimentos irradiados - La CCA adoptó revisiones a la Norma General para los Alimentos Irradiados. La norma revisada mantiene el máximo nivel de dosis a 10 kGy, pero ahora permite aplicar mayores dosis a los alimentos, hasta un máximo de 30 kGy, pero solo cuando sea estrictamente necesario, como con las especias. La idea es proporcionar a los consumidores mayores niveles de inocuidad en los alimentos y reducir la cantidad de sustancias químicas tóxicas usadas para matar las esporas bacterianas y las bacterias patógenas resistentes a la radiación.

Etiquetado nutricional - La Comisión adoptó las enmiendas propuestas a las Directrices sobre el Etiquetado Nutricional, pero se debatió extensamente si los ácidos grasos-trans deben declararse en la etiqueta. La CCA solicitó que el Comité del Codex sobre Etiquetado de los Alimentos (CCFL) siguiera trabajando en este tema en cooperación con el Comité del Codex sobre Nutrición y Alimentos para Regímenes Especiales (CCNFSDU).

Etiquetado de alimentos - El Proyecto de Directrices para el Uso de Declaraciones de Propiedades Saludables y Nutricionales fue devuelto al CCFL para discusión adicional. El tema fundamental fue la definición para la "publicidad" con respecto a la salud y las reclamaciones nutricionales. Había alguna inquietud sobre el hecho de que la "publicidad" queda fuera del alcance del Codex y que solo se deben abordar las reclamaciones de salud. Otras delegaciones opinaron que ello debía estar incluido. A pesar de que hubo consenso sobre todas las otras secciones de las normas, el desacuerdo sobre esta sección impidió que estas importantes normas fuesen adoptadas plenamente.

HACCP - Se adoptaron las Directrices para la Aplicación del Sistema de HACCP; Principios Generales de Higiene. Además, la FAO y la OMS están elaborando el documento de referencia "Obstáculos a la Aplicación del Sistema de HACCP, en Particular en Empresas Pequeñas y Menos Desarrolladas, y Cómo Superarlos".

El cacao en chocolate - Entre las normas de calidad del Codex adoptadas, se establecieron nuevas normas para el chocolate. La norma permite que solo los productos con un mínimo de un 35% de sólidos de cacao pueden llamarse "chocolate" y que los que contienen un mínimo de un 20% pueden llamarse "tipo chocolate". La norma ahora requiere que en todos los productos con sabor a chocolate se indique su contenido mínimo de cacao.

Residuos de pesticidas - Se aprobó un proyecto piloto que permitirá que el Comité del Codex sobre Residuos de Plaguicidas recomiende que la Comisión acepte el uso de los límites máximos de residuos (LMRs) nacionales como LMRs de Codex, cuando no exista ningún LMR de Codex. La razón fue permitir la introducción de plaguicidas nuevos que puedan ser opciones más seguras y baratas, sin tener que esperar muchos años para que se fije un LMR del Codex/ningún LMR Codex.

Normas del Codex adoptadas por la CCA en Roma*

1. Proyecto de Código de Prácticas de Higiene para las Frutas y Hortalizas Frescas
2. Proyecto de Directrices sobre la Determinación de Equivalencia de las Medidas Sanitarias relacionadas con los Sistemas de Inspección y Certificación de Alimentos
3. Proyecto de Directrices para los Sistemas de Control de las Importaciones de Alimentos
4. Proyecto de Principios Generales de Higiene de la Carne
5. Código de Prácticas de Higiene para la Leche y los Productos Lácteos
6. Directrices para la Producción, Elaboración, Etiquetado y Comercialización de Alimentos Producidos Orgánicamente
7. Proyecto de Código de Prácticas Revisado para el Pescado y los Productos Pesqueros
8. Directrices sobre el Etiquetado Nutricional: Proyecto de enmienda

Temas futuros del Codex por debatirse en los comités

- CCFAC - Anteproyecto de Código de Prácticas para el Uso de Cloro Activo
 - CCMAS - Anteproyecto de Directrices para la solución de controversias sobre resultados (de ensayos) analíticos.
 - CCNFSDU - Anteproyecto de Recomendaciones sobre la base científica de las declaraciones de propiedades saludables
 - CCGP - Volver a redactar Criterios para Prioridades Laborales
 - CCFL - Etiquetado del País de Origen
 - CCFL - Declaración de Rotulación Nutricional para ácidos grasos-trans
 - CCPFV - Código Internacional Recomendado de Prácticas Revisado para la Elaboración y Manipulación de los Alimentos Congelados Rápidamente
 - CCMMP - Norma para Productos de Leche Fermentada: Proyecto de Revisión
 - CCFVJ - Proyecto de Norma General del Codex para Jugos y Néctares de Frutas
- * Consulte el [documento final de la 26ª reunión de la CCA](#) para ver la lista completa de normas adoptadas por la Comisión del Codex.

Recomendaciones de evaluaciones del Codex

Comité ejecutivo - Para ayudar a guiar y acelerar el proceso del Codex, el Comité Ejecutivo ahora se encargará de la administración de las normas y se reunirá cada seis meses. Los Coordinadores Regionales del Comité ahora se convertirán automáticamente en miembros de pleno derecho del Comité Ejecutivo. Ahora el Codex ofrecerá remuneración a los miembros del Comité Ejecutivo por el tiempo que dediquen al Comité. También se decidió permitir que miembros de la Comisión que no participan en el Comité Ejecutivo y organizaciones internacionales reconocidas asistan a las reuniones como observadores sin derecho a voz, excepto en ciertas circunstancias definidas.

Grupos de países - La recomendación 25 del Informe de Evaluación propone animar a los grupos de países con intereses comunes a que coordinen sus posiciones y que las presenten como posiciones del grupo en las reuniones del Comité. La idea es desarrollar los intereses de las naciones en desarrollo más pequeñas. Las naciones más pequeñas expresaron su apoyo a esto, pero algunas naciones más grandes declararon que la coordinación informal ya está sucediendo y no hay ninguna necesidad de formar "bloques". La Comisión solicitó que para el 2006 el CCGP analice cómo los países en desarrollo se podrían comunicar mejor y en el futuro presentar votos en grupo. Esto debe figurar como parte del programa de la próxima reunión del CCGP y es un buen motivo para que los países pequeños asistan.

Establecimiento de grupos de trabajo electrónicos y/o físicos - La Comisión aceptó, en principio, la recomendación de la evaluación sobre el uso de facilitadores y el establecimiento de grupos de trabajo electrónicos y/o físicos, pero decidió que necesitaba aclaración por parte del ente responsable del examen del Manual de Procedimientos. La Comisión señaló que los grupos de trabajo electrónicos deberían servir como medio para el intercambio de ideas y no para la toma de decisiones. Los grupos de trabajo físicos deben ser especiales, estar abiertos a todos los miembros, tener en cuenta los problemas de la participación de países en desarrollo y establecerse únicamente cuando hay consenso en el Comité para hacerlo.

Anteproyectos de normas disponibles para comentarios

Mes	Títulos	Fecha	Enlace
Jul-03	Solicitud de Observaciones Sobre el Proyecto de Norma del Codex para las Uvas de Mesa (en el Trámite 6)	Agosto 22, 2003	Documento
Mayo-03	Comité del Codex sobre Sistemas de Inspección y Certificación de Importaciones y Exportaciones de Alimentos (ALINORM 03/30A) - Pedido de observaciones e informaciones	Sept. 01, 2003	Documento
Jul-03	Solicitud de observaciones en el Trámite 6 del Procedimiento 1) Proyecto de Modelo de Certificado para el pescado y los productos pesqueros (certificado sanitario) 2) Proyecto de enmienda a la Norma para langostas congeladas rápidamente	Sept. 10, 2003	Documento
Jul-03	Solicitud de observaciones en el Trámite 3 del Procedimiento (ALINORM 03/18) 1) Anteproyecto de Enmienda a la Norma para el pescado salado y el pescado salado seco de la familia Gadidae 2) Anteproyecto de Norma para la carne de músculo abductor del peine congelado rápidamente	Sept. 10, 2003	Documento
Abr-03	Distribución del Informe de La 35ª Reunión del Comité de Codex sobre Aditivos Alimentarios y Contaminantes de los (ALINORM 03/12A)	Sept. 30, 2003	Documento
Jul-03	Petición de observaciones sobre el Proyecto de Código de Prácticas de Higiene para la Carne	Sept. 30, 2003	Documento
Jul-03	Request for Comments on Discussion Paper on Risk Management Strategies for Salmonella spp. in Poultry	Octubre 15, 2003	Documento
Mayo-03	Comité del Codex sobre Etiquetado de los Alimentos (ALINORM 03/22A) Anteproyecto de Norma en el Trámite 3 del Procedimiento	Noviembre 15, 2003	Documento
Abr-03	Distribución del Informe de La 35ª Reunión del Comité de Codex sobre Residuos de Plaguicidas (ALINORM 03/24A) PARTE D: Petición de información y Datos que han de Remitirse a la Reunión Conjunta FAO/OMS sobre Residuos de Plaguicidas.	Noviembre 30, 2003	Documento
Jul-03	Request for Comments at Step 6: 1) Draft General Guidelines on Sampling; 2) Draft Guidelines on Measurement Uncertainty	Noviembre 30, 2003	Documento
Abr-03	Distribution of the Report of the 35th Session of the Codex Committee on Pesticide Residues (ALINORM 03/24A). Part C: Request for Comments: 2. Request for Proposals for Addition to Priority Lists of Pesticides Schedules for Evaluation or Reevaluation by JMPR.	Diciembre 01, 2003	Documento
Mar-03	Distribución del informe de la 14ª reunión del Comité del Codex sobre Residuos de Medicamentos Veterinarios en los Alimentos (ALINORM 03/31A). Información sobre las necesidades de los países en desarrollo relacionadas con la validación de métodos analíticos.	Diciembre 30, 2003	Documento
Mar-03	Distribución del informe de la 18ª reunión del Comité del Codex sobre Grasas y Aceites (ALINORM 03/17). Petición de observaciones e Información	Diciembre 31, 2003	Documento
Jul-03	Petición de observaciones en el Trámite 6 sobre Proyecto de Código de Prácticas sobre Buena Alimentación Animal: definición de "aditivos para piensos" y los párrs. 11, 12 y 13 (ALINORM 03/38A, Apéndice II)	Diciembre 31, 2003	Documento
Jul-03	Request for Comments on the Draft Code of Hygienic Practice for Milk and Milk Products at Step 6	Enero 01, 2004	Documento
Jul-03	1) Proyecto de Enmienda a las Directrices para la Producción, Elaboración, Etiquetado y Comercialización de Alimentos Producidos Orgánicamente: Anexo 2 - Sustancias Permitidas (en el Trámite 6). 2) Proyecto de Directrices para el Uso de Declaraciones de Propiedades Nutricionales y Saludables (en el Trámite 6)	Enero 15, 2004	Documento
Abr-03	Distribución del Informe de la 35ª Reunión del Comité del Codex sobre Residuos de Plaguicidas (ALINORM 03/24A). Proyectos y Anteproyectos de LMR en los Trámites 6 y 3	Febrero 15, 2004	Documento
Abr-03	Distribución del Informe de la 35ª Reunión del Comité del Codex sobre Residuos de Plaguicidas (ALINORM 03/24A). Petición de Propuestas de Adiciones a las Listas de Prioridades de Plaguicidas Programados para Evaluación o Reevaluación por la JMPR	Febrero 15, 2004	Documento
Jul-03	Petición de observaciones en el Trámite 6 sobre Proyecto de límites máximos para residuos de plaguicidas	Febrero 15, 2004	Documento
Jul-03	Petición de observaciones sobre Proyecto de límites máximos para residuos de medicamentos veterinarios	Marzo 30, 2004	Documento
Mayo-03	Distribución del informe de la tercera reunión del Grupo de Acción Intergubernamental Especial del Codex sobre Zumos (Jugos) de Frutas y Hortalizas Anteproyecto de nivel mínimo de grados Brix para zumo (jugo) reconstituido y puré reconstituido y contenido mínimo de zumo (jugo) y/o puré para néctares de frutas (% en volumen) - zumo (jugo) de limón, lima, naranja y piña - en el Trámite 3	Mayo 31, 2004	Documento

Calendario de Reuniones Codex

Calendario de Reuniones Codex 2003

Comité del Codex sobre Frutas y Hortalizas Frescas 11ª reunión,
Septiembre 08 to 12, Ciudad de México (México) [Programa](#)

Comité del Codex sobre Pescado y Productos Pesqueros 26ª reunión,
Octubre 13 to 17, Ålesund (Noruega) [Programa](#)

Comité del Codex sobre Nutrición y Alimentos para Regímenes Especiales
25ª reunión, Noviembre 03 to 07, Bonn (Alemania) [Programa](#)

Comité del Codex sobre Principios Generales 19ª reunión,
Noviembre 17 to 21, París (Francia) [Programa](#)

Comité del Codex sobre Sistemas de Inspección y Certificación de Importaciones y Exportaciones de Alimentos 12ª reunión,
Diciembre 01 to 05, Brisbane (Australia) [Programa](#)

Instituto Interamericano de
Cooperación para la Agricultura



Sanidad Agropecuaria e Inocuidad de los Alimentos
Tel: (506) 216-0184 / Fax: (506) 216-0173
Aptd. postal: 55-2200 Coronado, Costa Rica
Dirección electrónica: sanagro@iica.ac.cr
www.infoagro.net/salud
www.iica.int

Futuros Eventos

24-27 marzo 2004
International Workshop: Development of Biocontrol Agents of Diseases for Commercial Applications in Food Production Systems

Sede: Sevilla, España

Información: N. Teixido, Centre UdL-IRTA, Av. Rovira Roure 191, E-25198, Lleida, Catalunya, España.
Correo electrónico: Neus.Teixido@irta.es
Fax: 34-97-370-2596
Tel.: 34-97-370-2535

O bien, en el sitio
<http://www.biopostharvest.org/>

18-20 mayo 2004
Conferencia Internacional de Alternativas al Bromuro de Metilo

Organizada por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI), el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), y la Oficina Técnica de Ozono (OTOZ).

Sede: Hotel Habana Libre, La Habana, Cuba.

Información general:
www.inisav.cu/vseminario.htm
Correo electrónico del evento: vseminario@inisav.cu

Personas de contacto:

Evento científico: Dr. Eduardo Pérez Montesbravo (INISAV), eperez@inisav.cu
Dra. Ana Fernández Morales, afernandez@inisav.cu
Dra. Berta Lina Muiño, bertam@inisav.cu
Lic. Liuba Martínez Corona, espinosa@ama.cu

Inscripción, viaje y hospedaje: Lic. Beatriz Quintana (UNIVERSITUR), beatriz@censa.edu.cu

7 al 10 de junio, 2004
Segundo Curso en Control Biológico de Malezas

Organizado por la Universidad de Florida, en cooperación con la Universidad Nacional Agraria de Nicaragua.

Sede: Hotel Barceló, Playa Montelimar, Nicaragua.

Información:
Dr. Julio Medal, coordinador
Correo electrónico: medal@ifas.ufl.edu

O bien, en el sitio
<http://biocontrol.ifas.ufl.edu/materials/nicaragua.htm>

Manejo Integrado de Plagas y Agroecología

www.catie.ac.cr

INSTRUCCIONES PARA LOS AUTORES

NATURALEZA

Manejo Integrado de Plagas y Agroecología es una revista que reúne y difunde aportes científicos y técnicos (planteamientos teóricos, resultados de investigación, experiencias prácticas y de transferencia de tecnologías) en los campos de la protección vegetal y la agroecología, con énfasis en la región neotropical.

La versatilidad de su contenido permite incluir, artículos científicos formales; foros; biografías sobre científicos notables; revisiones bibliográficas; recuentos sistematizados de experiencias prácticas y de transferencia de tecnología; diagnósticos fitosanitarios o agroecológicos; ponencias presentadas en eventos científicos; notas o comunicaciones breves; hojas técnicas; resúmenes de tesis; aportes metodológicos; y materiales de apoyo a la enseñanza. Asimismo, contiene boletines, secciones especializadas, reseñas bibliográficas y anuncios de eventos, en los cuales se puede participar.

ARBITRAJE

Cada artículo será revisado en su formato y presentación por la Editora, inicialmente, y luego remitido al menos a dos expertos en el tema tratado. Sus evaluaciones serán consideradas por la Editora y por Comité Editorial, para decidir sobre su aceptación. La Editora mantendrá informado al autor principal del artículo sobre la evaluación, para que aporte las aclaraciones o ajustes del caso, si las hubiere.

Instrucciones generales para la presentación de los escritos.

- Los artículos se publicarán en forma gratuita.
- Se aceptarán artículos escritos en español o portugués, solamente. En casos muy calificados (en los cuales sí habrá un costo por publicación, a convenir con el autor) se aceptarán artículos en inglés, pero deberá adjuntarse también una versión en español o portugués, consultándolo previamente con la Editora.
- El límite máximo de extensión es de 25 páginas impresas, a doble espacio, en letra tamaño 12, tipo Times New Roman, incluyendo las ilustraciones. Las páginas deben estar numeradas. Cualquier artículo que no satisfaga este requisito será rechazado *ad portas*, excepto en casos muy calificados, a juicio del Comité Editorial. El estilo debe ser directo y conciso, con párrafos cortos, y con criterio de exactitud y brevedad.
- Los artículos pueden enviarse a la Editora, a la dirección anotada abajo. Puede hacerse en cualquier procesador de textos, acompañado de la versión impresa, en dos copias. Deben incluirse también los archivos de las figuras. Si hay fotos, pueden enviarse en papel o en diapositiva, o bien escaneadas a 225 dpi, como mínimo.

- Cuando el trabajo lo amerite, se incluirán fotos a color. Sin embargo, se debe enviar la "separación de colores" lista para su impresión. Si esto no es posible, se requiere el envío de US\$ 30 por cada fotografía, para cubrir el costo de la separación de colores.
- Las abreviaturas se explican la primera vez que son utilizadas (por ejemplo: *Estados Unidos de América, EUA*), y a partir de allí se utiliza solamente la abreviatura. Los géneros de los binomios se escriben completos solo la primera vez que se mencionan; después, se anotarán de la siguiente manera: *B. tabaci, P. solanacearum*, etc.
- Se recomienda a los autores revisar la ortografía del manuscrito antes de enviarlo a revisión.

ESTRUCTURA DE LOS ARTÍCULOS

Dada la versatilidad en el contenido de la Revista, el formato para los textos que no corresponden a artículos científicos formales es bastante flexible. Al respecto, se sugiere basarse en artículos publicados en números recientes de la Revista o consultar con la Editora. Sin embargo, para los artículos científicos deben respetarse las siguientes normas.

TÍTULO

- Debe ser claro y conciso, reflejando en un máximo de 15 palabras, el contenido del artículo.
- No deben usarse nombres comunes, sino nombres científicos, y éstos no deben acompañarse de la ubicación taxonómica de la especie indicada, ni del nombre de la autoridad taxonómica.

AUTORES

- Debe haber congruencia en el uso de sus nombres y apellidos. Se recomienda utilizar solamente el primer nombre, la inicial del segundo y el primer apellido, lo cual facilitará las búsquedas en las bases de datos; además, es aconsejable evitar nombres compuestos (p.ej., Rodríguez-Maldonado), pues cuando hay varios coautores las citas bibliográficas se recargan demasiado.
- En una nota al pie se describen la filiación institucional y la dirección completa, incluyendo el código de correo electrónico de cada uno de los autores.

RESUMEN

- El cuerpo de todo artículo científico debe ser precedido por un **Resumen** no mayor de 250 palabras, acompañado de una versión en inglés (**Abstract**). Al pie de cada uno de ellos debe haber cinco **Palabras clave**, también traducidas

al inglés (**Keywords**) descriptivas del contenido del artículo. Ambos requisitos facilitan la difusión del artículo en los servicios bibliográficos internacionales. El resumen debe ser una versión sintética de los aspectos más relevantes de las secciones de *Métodos y materiales* y *Resultados*.

EL CUERPO DEL ARTÍCULO

- Se subdivide en las siguientes secciones: *Introducción*, *Métodos y materiales*, *Resultados* y *Discusión*, *Agradecimientos* y *Literatura citada*. No debe haber una sección de *Conclusiones*, pues éstas deben incorporarse en la *Discusión*.
- La *Introducción* presenta, en forma breve, los antecedentes e importancia del tema estudiado, e indica el objetivo de la investigación.
- *Métodos y materiales* contiene una descripción concisa de la metodología y materiales empleados, con un nivel de detalle suficiente como para que cualquier otro investigador pueda repetir los experimentos y verificar su validez. Para su organización, se recomienda subdividirlo en secciones tales como: *localización, tratamientos y diseño experimental, variables de respuesta y análisis estadístico*.
- *Resultados* presenta una descripción, en prosa, de las tendencias más sobresalientes detectadas en los experimentos, respaldadas por los resultados de los análisis estadísticos y compendiados en cuadros y gráficos. Es recomendable incluir también hechos negativos, lo cual podrían evitar a otros investigadores incurrir en errores metodológicos innecesariamente.
- *Discusión* analiza de manera crítica, a partir de la hipótesis que originó la investigación, los resultados obtenidos, comparándolos con los de otros autores. Además, resalta los principales hallazgos y conclusiones, así como su valor científico o técnico. Puede incluir recomendaciones de tipo metodológico o aplicado.
- Los *agradecimientos* recogen los nombres, sin títulos académicos, de las personas o instituciones que contribuyeron en aspectos claves de la investigación.
- *Literatura citada* enumera únicamente las fuentes bibliográficas consultadas mencionadas en el texto, incluyendo citas de internet.
- Puesto que el formato de una cita bibliográfica varía según el tipo de fuente, y también según las revistas, se recomienda revisar un número reciente para observar las modalidades empleadas en la Revista.

- Aunque la lista de citas debe hacerse en orden alfabético, nótese que en el texto del artículo los autores deben mencionarse primero en orden cronológico y luego alfabético (p.ej., Trejos 1998, Alvarez *et al.* 1999, Salazar y Ruiz 1999, Cárdenas 2002).
- Cuando haya más de dos autores, se citarán completos en *Literatura citada*, pero se utilizará solo el nombre del primero en el texto, seguido de *et al.* (en cursiva).
- Los trabajos que aún no han sido aceptados para publicación aparecen en el texto, pero no en la sección de *Literatura citada*.

ILUSTRACIONES

- Las figuras (gráficos, dibujos o fotografías) se ubican en el texto con numeración consecutiva, precedida de la palabra *Figura*; al citarla en el texto, se debe utilizar la abreviatura *Fig.*
- Tanto las figuras como los cuadros deben aparecer lo más cerca posible de su mención en el texto; es decir, no deben aparecer figuras ni cuadros aislados.
- La leyenda debe estar al pie de cada figura y estar redactada de manera tal que el usuario no tenga que recurrir al texto para su interpretación. Se recomienda no sobrecargar las figuras, para facilitar su entendimiento. En tal sentido, se deben omitir las figuras en tres dimensiones, excepto que sea imprescindible hacerlo, así como la inclusión de líneas horizontales en el cuerpo de la figura o de símbolos decorativos excesivos.
- Los cuadros no deben repetir el contenido de los gráficos. Se debe evitar que sean recargados, con demasiadas columnas y exceso de información. Deben evitarse las líneas verticales y horizontales en el cuerpo del cuadro.
- Las fórmulas que aparecen separadas del texto deberán citarse con números o letras entre paréntesis, de manera que no queden aisladas.

El cumplimiento de todas las indicaciones anteriores facilitará la revisión y la edición de los artículos, lo cual evitará atrasos y agilizará el proceso de selección y publicación.

Dirección

Gabriela Gitli

Editora

Revista *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología*

CATIE, 7170 Turrialba, Costa Rica

Tel.: (506) 558 2408 ó 558 2633

Fax. (506) 556 6282 ó 556 1533

cicmip@catie.ac.cr

ggitli@catie.ac.cr

Programa de Educación para el Desarrollo y la Conservación

Escuela de Posgrado

Más de medio siglo al servicio del desarrollo agrícola,
de los recursos naturales y el bienestar rural de América Latina y el Caribe

Doctorado conjunto (Ph.D.) en:

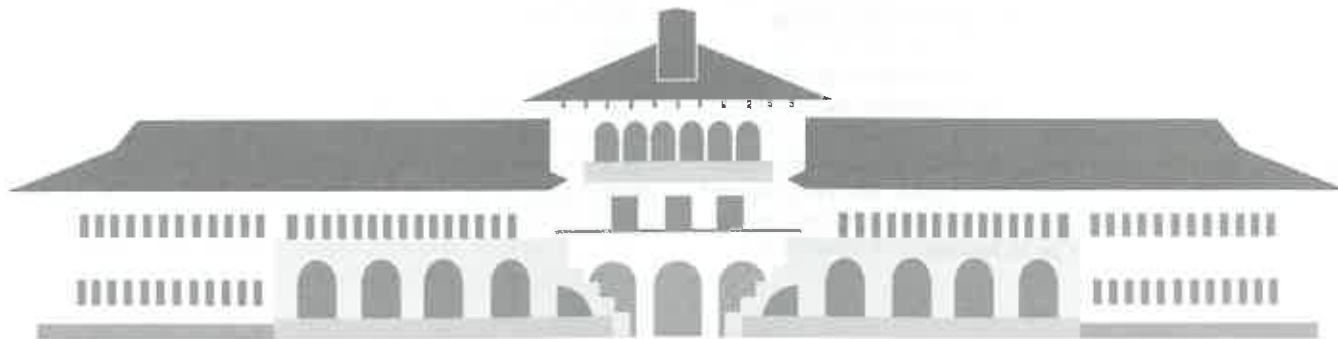
**Agricultura Tropical
Manejo de Recursos Naturales**

**Ph.D del CATIE en cooperación con las
siguientes universidades**

- Universidad Estatal de Colorado (Fort Collins-EUA)
- Universidad Estatal de Louisiana (EUA)
- Universidad Texas A & M (EUA)
- Universidad de Florida (Gainesville - Florida - EUA)
- Universidad de Freiburg (Alemania)
- Universidad de Gottingen (Alemania)
- Universidad de Gales (Reino Unido)

Maestría (M.Sc.) en:

- I. Agricultura Ecológica
- II. Agroforestería Tropical
- III. Manejo y Conservación de Bosques
Tropicales y Biodiversidad
- IV. Socioeconomía Ambiental



Producir conservando, conservar produciendo®

Solicite información a:

Escuela de Posgrado / CATIE, 7170, Turrialba, Costa Rica Tel. (506) 556 1016/6431 Fax (506) 556 0914/1533
Correo electrónico: posgrado@catie.ac.cr Internet: <http://www.catie.ac.cr>

Conviértase en patrocinador de la revista

Manejo Integrado de Plagas y Agroecología

Si su empresa o proyecto está comprometido con la conservación de los recursos naturales, la protección del productor y del consumidor, así como con la producción agrícola sostenible, lo invitamos a ser patrocinador de esta Revista.

Manejo Integrado de Plagas y Agroecología es una publicación con 17 años de trayectoria, única en el tema en América Latina y el Caribe, de alta calidad, gran prestigio y con amplia distribución en la comunidad técnica y científica latinoamericana.

El patrocinio consiste en un **aporte financiero anual, a convenir entre ambas partes**. Los patrocinadores reciben otros beneficios importantes, como:

- **Publicidad internacional** que reforzará su imagen como empresa o institución en pro del movimiento ecológico y el desarrollo sostenible.
- **Mención en la contraportada** de cada número de esta Revista, así como en la versión electrónica en internet.
- **Ejemplares gratuitos** de la Revista para sus técnicos o para su distribución, según su conveniencia.

Para información adicional consultar a la siguiente dirección:

**REVISTA MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS Y
AGROECOLOGÍA**

CATIE, 7170 Turrialba, Costa Rica

Tel.: (506) 558 2633 ó 556 6431

Fax: (506) 556 6282

ggitli@catie.ac.cr / cicmip@catie.ac.cr





Patrocinadores

La Revista Manejo Integrado de Plagas y Agroecología se complace en anunciar que, como parte de las actividades para generar ingresos que aseguren su sostenibilidad, cuenta con patrocinadores, los cuales aparecen anunciados en este espacio.



**United States
Department of Agriculture
FAS/ICD/RSED**



**Autoridad Sueca
para el Desarrollo
Internacional (ASDI)**
(Contribución vía Presupuesto
Básico de CATIE)