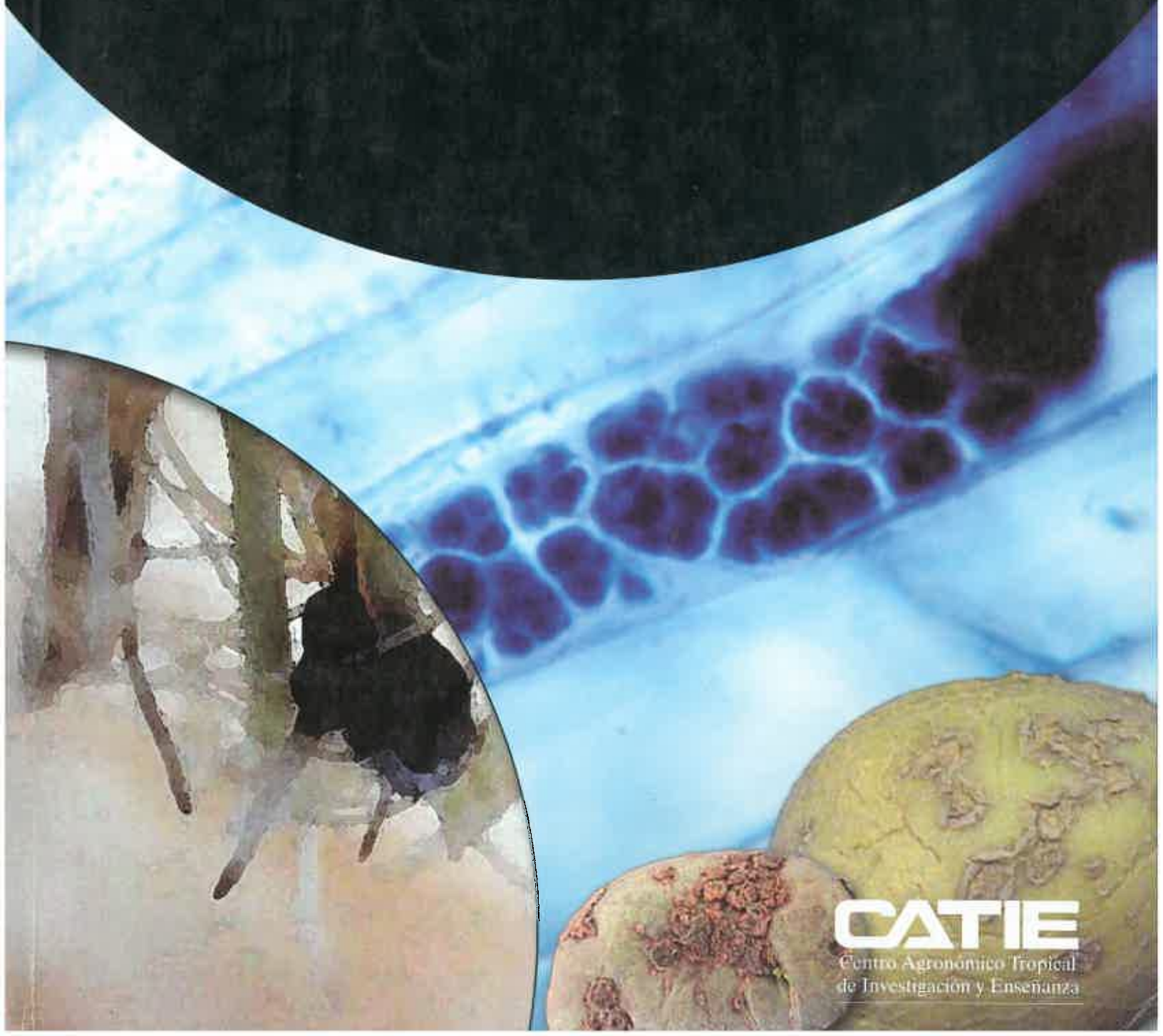


ISSN 1659-0082

Manejo Integrado de Plagas y Agroecología

Abril 2005

No. 74



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 Internacional, Agrícola, Agris, Latindex y la International Society for Pets Information (ISPI), 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/FAS/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

Secretaria: Yorlene Pérez

Versión electrónica: Yorlene Pérez

Tiraje

1150 ejemplares.

Correspondencia

Revista Manejo Integrado de Plagas y Agroecología
CATIE

7170 Turrialba, **Costa Rica**

Tel. (506) 558 2633/558 2408

Fax: (506) 558 2045/558 2060

Correo electrónico: ggiti@catie.ac.cr ó cicmip@catie.ac.cr

www.catie.ac.cr

Fecha de inicio y periodicidad:

No.1, setiembre, 1986.

Cuatrimestral (abril, agosto, diciembre).



La sarna polvorienta de la papa, causada por el protista *Spongospora subterranea* Esp. *subterranea*, es una enfermedad importante del cultivo de la papa. Nuestra *Nota técnica* compila y organiza la información existente sobre la biología de este organismo, y de ella hemos tomado las fotos que ilustran la portada de este número. La foto del fondo representa un plasmódio primario de *S. subterranea* en una célula epidemial de la raíz del tomate; a la izquierda vemos raíces de papa infectadas, con formación de agallas; y a la derecha observamos lesiones de sarna polvorienta causadas por *S. subterranea* en papas en Costa Rica.

(Fotos: Mauricio Montero Astúa)

Manejo Integrado de Plagas y Agroecología

Abril 2005

No. 74

CONTENIDO

18 AGO 2006

BIOGRAFÍA

Ewald Alfredo Favret: un eximio concertista en la sinfonía de los genes 1-3
Estela Favret

FORO

Las herramientas moleculares en el control biológico 4-11
Juan Manuel Álvarez, Fabián Menalled, Marjorie A. Hoy

ARTÍCULOS CIENTÍFICOS

Flutuação populacional de *Carpophilus* sp. em pomares de goiaba submetidos a dois métodos de pulverização de fenthion 12-16

Julio Cesar Galli, Kenji C.A. Senô, Evandro C.B. Carareto

Potencial de depredación de *Hypsipyla grandella* por hormigas en cafetales de Costa Rica 17-23

Edgar H. Varón, Nadiejda Barbera, Paul Hanson, Manuel Carballo, Luko Hilje

Interação entre *Bacillus thuringiensis* e outros entomopatógenos no controle de *Spodoptera frugiperda* 24-33

Ricardo A. Polanczyk, Sérgio B. Alves

Biología y enemigos naturales de *Tetranychus urticae* en pimentón 34-40

Antonio Gallardo, Carlos Vásquez, José Morales, José Gallardo

Reposta funcional de *Chrysoperla externa* a *Aphis gossypii* em cultivares de algodoeiro 41-47

Terezinha Monteiro dos Santos, Arlindo Leal Boiça Júnior, José Carlos Barbosa

Caracteres agronómicos afectados por la aparición de *Steneotarsonemus spinki* en arroz en Cuba 48-51

Ileana Miranda Cabrera, Arais Fernández, Ernestina Solórzano, Jorge L. Hernández

Identificación de posibles biotipos de *Tagosodes orizicolus* en diferentes zonas arroceras de Colombia 52-58

Rafael Meneses, Luis Reyes, Lee Calvert, Mónica Triana, Maritza Cuervo, Myriam Cristina Duque

Malla de polipropileno para prevenir los daños del virus de la mancha anular en semilleros de papayo (*Carica papaya* L.) cv. Maradol roja 59-64

Elias Hernández-Castro, Nelson E. D. Marín-Lara, Juan A. Villanueva-Jiménez

Cobertura muerta y arvenses en la asociación *Lactuca sativa* - *Allium ampeloprasum* 65-68

Oswaldo Contreras, Félix Moreno

Reconocimiento fitosanitario en cinco variedades cultivadas de macadamia (*Macadamia integrifolia* Maiden et Betche) en la zona cafetera colombiana 69-76

Clemencia Villegas García

NOTA TÉCNICA

Biología e importancia económica de *Spongospora subterranea* f.sp. *subterranea*, agente causal de la sarna polvorienta o roña de la papa 77-84

Mauricio Montero-Astúa, Carmen Rivera

EXPERIENCIAS

La diversidad de insectos en cítricos y su importancia en los programas de manejo integrado de plagas 85-93

Guillermo A. León M.

HOJA TÉCNICA

Cómo determinar la repelencia de sustancias aleloquímicas sobre las moscas blancas 94-98

Luko Hilje

BOLETINES

Plagas Forestales Neotropicales 99-100

Boletín Acceso IICA 101-104

Boletín de Producción Orgánica 105-108

SECCIÓN INFORMATIVA

Futuros Eventos 109

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.

Misión y Visión

Misión

Contribuir a la reducción de la pobreza rural en el trópico americano, promoviendo una agricultura y manejo de recursos naturales competitivos y sostenibles, a través de la educación superior, investigación y cooperación técnica.

Visión

El centro científico regional para la agricultura y el manejo de los recursos naturales dedicado al desarrollo rural sostenible y a la reducción de la pobreza en América tropical.

Director General

Pedro Ferreira Rossi

Programa de Educación para el Desarrollo y la Conservación

Glenn Galloway

Proyección Externa

Alan González

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) 83218738
Correo electrónico: catiecolombia@utp.edu.co

EL SALVADOR

Apartado Postal 1-96
1a. Calle Poniente y 61 Ave. Norte. Edif. Bukele, Planta baja, San Salvador, El Salvador
Tel.: (503) 2261 2036/2037
Fax: (503) 2261 2039
Correo electrónico: catieelsalvador@integra.com.sv

GUATEMALA

Apartado postal 76-A, 2da Ave. 7-15. Zona 14, Los Arcos. Guatemala
Tels. (502) 2366 2650
Fax (502) 2366 1080
Correo electrónico: catieguatemala@intelnet.net.gt

HONDURAS

Primera planta, edificio principal Secretaria de Agricultura y Ganadería SAG Bulevar Miraflores avenida La FAO Tegucigalpa, Honduras
Tel. (504) 235 6609
Fax (504) 235 6610
Apartado postal# 2088 Tegucigalpa, Honduras
correo: catiehonduras@multidata.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

PANAMÁ

Apartado Postal 08160-1332 Clayton Ciudad del Saber Edificio No. 20, Planta Baja. Panamá, Panamá
Tel. (507) 317 0514
Fax: (507) 317 0518
Correo electrónico: catiepanama@cwpanama.net

BOLIVIA

Calle Batallón Colorados Edificio El Condor No.24. Piso 10, Oficina 1006
Tel. (591) 2 2442 193
Fax: (591) 2 2790 666
Correo electrónico: catiebolivia@catie.ac.cr

Representaciones Nacionales del IICA

BELICE

Dr. Salvador Monge
Representante IICA
Apartado Postal #448, Belmopán, Belice
Tel.: (00501) 822 0022
Fax: (00501) 822 0286
Correo electrónico: salvador.monge@iica.int

CATIE Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza

www.catie.ac.cr



Ewald Alfredo Favret: un eximio concertista en la sinfonía de los genes

Estela Favret¹

El Ing. Agr. Ewald A. Favret nació en Zárate, Buenos Aires, Argentina, en 1921. Hijo de padres suizos, fue el menor de tres hermanos y dos hermanas. Realizó sus estudios secundarios en el Colegio Nacional N° 1 “Bernardino Rivadavia”, de la ciudad de Buenos Aires, de donde egresó como Bachiller en 1938, y los estudios terciarios en la Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires (FAUBA), donde se graduó de Ingeniero Agrónomo en 1944.

Infatigable investigador

Su actividad científica comienza inmediatamente a su graduación, en la División de Inmunología Vegetal del entonces Instituto de Fitotecnia, en Castelar, Buenos Aires, donde es nombrado Jefe de la División de Genética Vegetal en 1954, cargo en el que permanece hasta 1960. En esa fecha es designado Director del Instituto de Fitotecnia, ya organizado en la órbita del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). A partir de 1970 comienza a desempeñarse como Director del Centro de Investigaciones en Ciencias Agronómicas del INTA, cargo que ocupa hasta 1990. En 1976 fue incorporado como Investigador Principal del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICET) de Argentina, siendo promovido en 1983 a Investigador Superior. Su ámbito de investigación no se restringió a este país, sino que se extendió a Estados Unidos, Suecia, Alemania Federal y Suiza. Simultáneamente con su labor de investigación desempeñó una destacada actividad docente, tanto en el país como en el extranjero. Fue Profesor de Biometría en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires (UBA) (1955-58) y de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de La Plata (1956-1957); Profesor de Genética y Fitotecnia (1976-84) en la FAUBA, Coordinador y Profesor de Genética

Avanzada en los Cursos de posgrado dictados por la Escuela para Graduados de la UBA-IICA-INTA (1965-72) y Profesor de Genética en cursos de Doctorado en la Washington State University (1971).

Publicó más de 130 trabajos de investigación, fue miembro de la American Association for the Advancement of Sciences y de la Sociedad Argentina de Genética, de la que fue nombrado Presidente en el período 1972-1973. Asimismo, fue miembro del Comité Editorial de las revistas científicas *Mendeliana* y *Boletín Genético* (Argentina), *Mutation Research* (Holanda), *Zeitschrift für Pflanzenzüchtung* (Alemania Federal) y *Genética Agraria* (Italia).

Junto con los Doctores Arne Hagberg de Suecia y Robert Nilan de Estados Unidos, fue fundador de los Congresos Internacionales de Genética de la Cebada, que iniciaron en 1963 en Wageningen, Holanda, y en 2004 han llegado a su novena edición.

Su destacada labor profesional le valió el reconocimiento de la comunidad científica local y extranjera, por lo que fue designado Miembro Correspondiente de la Sociedade Brasileira de Genética (1960), Senior Research Fellow of the National Science Foundation, EUA (1971), Miembro de la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria, Argentina (1977), de la Academia Nacional de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Argentina (1978) y The New York Academy of Sciences, EUA (1980). Fue, asimismo, distinguido con los Premios Severo Vaccaro (1972), Lucio Cherny (1975), CADIA (1983), Konex (1983) y Francisco A. Sáez (1985 y 1987).

Buscando respuestas a los enigmas de la genética en cereales

El Ing. Favret se ocupó en particular de enfocar aspectos científicos innovadores que por su índole no podían

¹ Biblioteca del Instituto de Microbiología y Zoología Agrícola, INTA, C.C. 25, 1712 Castelar, Argentina. efavret@cnia.inta.gov.ar



ser realizados en otras unidades del INTA, pero cuyo conocimiento debería contribuir a solucionar problemas aplicados. Así, por ejemplo, encaró el estudio de la expresión de genes de interés agronómico y de la interacción de éstos con el ambiente y con otros genes, lo que lo llevó a investigar procesos de regulación y compartimentalización de la expresión génica durante el crecimiento y diferenciación de la planta.

En un comienzo se dedicó al estudio de la *interacción específica* hospedante-patógeno en royas y oidio, demostrando la existencia de un número considerable de pares de genes correspondientes en ambos organismos, así como que los genes para reacción en el hospedante se distribuían en *clusters* o segmentos isofénicos, que constituyeron las primeras familias de multigenes encontradas en las plantas. Posteriormente, los ejemplos sobre este hecho se multiplicaron en otros laboratorios y a la luz de esta generalización, en la década del setenta surge una nueva interpretación de la interacción específica hospedante-patógeno y de sus implicancias en la estrategia del control de las enfermedades de las plantas.

Al mismo tiempo, dedicó su atención a la *interacción no-específica* en la cual, teóricamente, la acción de los genes del hospedante que confieren resistencia no podría ser afectada por la evolución del

patógeno, como ocurre en el primer caso. Hacia fines de los años sesenta, Favret obtuvo una mutante inducida en cebada con resistencia no específica al oidio, que denominó *ml-o*. Este gen fue transferido posteriormente a variedades comerciales, principalmente en Europa, las que continúan siendo resistentes en la actualidad, confirmando su carácter no específico. El hallazgo de este gen es un hito en la tarea realizada en el Instituto de Genética, donde el Ing. Favret realizaba sus investigaciones, que dejó la puerta abierta para una búsqueda similar en otras interacciones hospedante-patógeno, como por ejemplo para el control de las royas en plantas diploides.

Asimismo, el Ing. Favret fue un pionero en el estudio del control genético de las proteínas del endosperma de los cereales, comenzando su labor hacia 1950, época en que el mecanismo hereditario de dicho control no era aún bien entendido. Hacia fines de los años sesenta, mediante el empleo de electroforesis sobre granos individuales, que permite realizar estudios genéticos, se determinó que cada proteína estaba regulada por familias de genes agrupados en segmentos isofénicos. Este tema es analizado actualmente en muchos laboratorios en el mundo y los avances logrados recientemente en los aspectos moleculares, así como en la clonación de genes, han creado las bases para producir un impacto en la biología y la fitotecnia en un futuro cercano.

Los fundamentos genéticos del control hormonal del crecimiento de las plantas fue otro aspecto que ocupó la atención de este notable investigador. La agricultura moderna, con su tendencia a aumentar la densidad de siembra e incorporar fertilizantes a los suelos, puso de relieve la importancia del porte semienano de los cereales en el logro del aumento de rendimiento por unidad de superficie, base de la llamada "revolución verde". El aporte del Ing. Favret en esta área comienza en 1970, cuando propone los primeros sistemas de regulación en cebada y trigo, mediados por la giberelina. La identificación de genes reguladores, la existencia de mutantes constitutivas y de otras que provocan alteraciones en la respuesta a esta hormona y a factores exógenos como la luz, demostraron que estos sistemas controlan no sólo la elongación celular, sino también la diferenciación y la iniciación de los territorios sexuales, aspecto este último de relevancia en la metodología de producción de semilla híbrida.

La inducción artificial de mutaciones, especialmente aquellas que pueden desempeñar un papel

importante en los aspectos agronómicos, fue una de las áreas que mayores aportes recibió de la obra del Ing. Favret, miembro destacado del grupo de aplicación de la mutagénesis a la agricultura del Organismo Internacional de Energía Atómica, con sede en Viena, Austria. No se ocupó únicamente de discriminar los distintos efectos de los agentes mutagénicos químicos y físicos, sino también de los mecanismos de transmisión gamética y somática de los genes mutados y del uso de mutantes para el estudio del control genético de mecanismos fisiológicos.

Enseñanza inteligente que perdura

Ewald Favret dejó una pléyade de continuadores y discípulos que extienden en la actualidad la labor científica a los aspectos modernos de la biotecnología de avanzada. Se han formado numerosos investigadores, estimulados principalmente por los cursos de posgrado en Genética realizados a partir de la década del sesenta por el INTA y la Universidad, con el apoyo del Proyecto Alianza para el Progreso-Átomos para la Paz, de los cuales el Ing. Favret fue un propulsor entusiasta. Hoy son técnicos prestigiosos que se desempeñan tanto en la actividad privada como en universidades, Estaciones Experimentales del INTA y otros organismos públicos de Argentina y de países latinoamericanos.

El Ing. Favret falleció en el amanecer del 24 de enero de 1992 en Villa Gesell, ciudad a orillas del mar donde solía disfrutar sus vacaciones junto a su esposa Beatriz, amada y fiel compañera de momentos felices y difíciles vividos a lo largo de sus 47 años de matrimonio, sus hijos Graciela, Estela y Eduardo y



sus cuatro nietos, Pablo, Diana, Raquel y Andrés. A partir de ese año, se denomina al Instituto que dirigió durante largos períodos "Instituto de Genética Ewald A. Favret" (IGEAF).

Además de sus dotes intelectuales, su personalidad, su espíritu de luchador incansable, su optimismo y sus ansias inagotables de nuevos conocimientos y el entusiasmo que lograba infundir a quienes lo rodeaban dejaron un recuerdo imperecedero en quienes trabajaron a su lado.

En Argentina, la tarea del científico no siempre se desarrolla en condiciones adecuadas, debiendo, muchas veces, sobrellevar las angustiantes consecuencias de los vaivenes políticos. Por ello, la labor científica de Ewald Favret, ininterrumpida a lo largo de 45 años, merece ser reconocida no sólo por sus méritos científicos, sino también como una muestra de su fe inquebrantable en el futuro de su país.

Las herramientas moleculares en el control biológico

Juan Manuel Álvarez¹
Fabián Menalled²
Marjorie A. Hoy³

RESUMEN. Las tecnologías moleculares que trabajan con ADN pueden ser de gran ayuda para las personas que trabajan en control biológico. A pesar de esto, son pocos los ecólogos y entomólogos que han incorporado herramientas moleculares en sus programas de investigación. En este trabajo, hacemos una breve introducción a las herramientas moleculares, describimos sus ventajas y desventajas, y presentamos ejemplos donde las herramientas moleculares han resuelto problemas. Se concluye que las herramientas moleculares prometen ser una gran ayuda para los investigadores en control biológico y deben ser utilizadas en aquellas situaciones donde no exista una forma más económica o sencilla para responder al problema.

Palabras clave: PCR, técnicas basadas en PCR, enemigos naturales, parasitoides.

ABSTRACT. Molecular tools in biological control. Molecular tools that work with DNA may be of great help to those working in biological control. However, few ecologists and entomologists have incorporated molecular tools into their research programs. In this paper, we make a brief introduction to molecular tools, we describe their advantages and disadvantages, and we show examples where molecular tools have solved problems. We conclude that molecular tools can be very helpful in biological control research and should be used whenever a cheaper or simpler way to solve the problem is nonexistent.

Key words: PCR, PCR-based techniques, natural enemies, parasitoids.

Introducción

Entre las áreas de manejo de plagas de artrópodos que podrían beneficiarse por la adopción de técnicas moleculares está el control biológico (Menalled *et al.* 2004). Las tecnologías moleculares que trabajan con ADN pueden ser de gran ayuda para las personas que trabajan en control biológico, en aspectos tan diversos como resolver problemas de sistemática inadecuada de enemigos naturales e insectos plaga; comprobar la pureza de las colonias de enemigos naturales criadas en laboratorio; detectar la presencia de simbiosis; evaluar la resistencia a insecticidas de enemigos naturales e insectos plaga; evaluar el éxito o fracaso en el establecimiento de enemigos naturales; estudiar los patrones de dispersión de enemigos naturales e insectos plaga; y documentar la divergencia genética

entre y dentro de poblaciones de enemigos naturales y plagas (Álvarez 2000). A pesar de esto, son pocos los ecólogos y entomólogos que han incorporado herramientas moleculares en sus programas de investigación (Snow y Parker 1998). En este trabajo, hacemos una breve introducción a las herramientas moleculares, describimos sus ventajas y desventajas, y presentamos ejemplos donde las herramientas moleculares han resuelto problemas en varios de los aspectos expuestos anteriormente.

Herramientas moleculares

Las alozimas son variantes de las enzimas, que representan diferentes alelos de un mismo locus. El análisis de la variación de alozimas (un reflejo de cambios en los genes que codifican por ellas) fue quizás el primer

¹ University of Idaho. Department of Plant Soil and Entomological Sciences, Aberdeen R & E Center, 1693 S. 2700 W. Aberdeen, ID 83210, EUA. jalvarez@uidaho.edu

² Department of Land Resources and Environmental Sciences, 719 Leon Johnson Hall, Montana State University, Bozeman, MT 59717-3120, EUA.

³ Department of Entomology and Nematology, Bldg. 970, Natural Area Drive, P.O. Box 110620, University of Florida, Gainesville, FL 32611-0620, EUA.

método molecular usado en estudios entomológicos y, desde los años setenta, ha sido el principal método molecular usado en la ecología de insectos. El método conocido como “electroforesis de gel de almidón de proteínas alozímicas”, o simplemente “electroforesis de enzimas”, fue el primer sistema molecular realmente útil para trabajos ecológicos. Aunque la electroforesis de enzimas es barata y relativamente fácil, solamente investiga una pequeña variación en la clase más conservada de ADN —el ADN codificador—, subestimando la cantidad de variación genética en el ADN que no codifica (Álvarez 2000). Este ADN que no codifica, o cuya función desconocemos todavía, ha sido llamado ADN “basura”, “parasítico”, o “egoísta” y puede constituir entre el 30 y el 90% del genoma de un insecto (Hoy 2003). Además, no es una técnica efectiva en el análisis de variabilidad genética de insectos del orden Hymenoptera (donde se encuentran la mayoría de los parasitoides efectivos en agricultura), porque estos presentan una variabilidad excepcionalmente baja en sus alozimas.

La reciente llegada de nuevas técnicas moleculares para investigar directamente la variación en la molécula de ADN ha incrementado la precisión y resolución, facilitado el análisis de diferentes preguntas relevantes en el control biológico. Estas técnicas moleculares han sido y continúan siendo desarrolladas para proveer marcadores moleculares adecuados para analizar diferentes niveles de variación genética entre poblaciones, dentro de poblaciones, y entre especies (Caterino *et al.* 2000).

El número de técnicas moleculares disponibles para estudios entomológicos ha crecido enormemente desde la concepción de la reacción de polimerasa en cadena o PCR (sigla en inglés de *polymerase chain reaction*). Kary Mullins concibió la técnica de PCR en 1983 y recibió el premio Nobel en química por su invención. La presencia de regiones conservadas en las secuencias de ADN, tales como el ADN mitocondrial y el ADN ribosomal, hace posible amplificar fragmentos de organismos cuyo genoma se desconoce (Kocher *et al.* 1989).

Es posible comparar directa o indirectamente diferentes genes, segmentos de genes o segmentos de ADN en el genoma de insectos. Sin embargo, el nivel taxonómico en el cual los genes específicos o las regiones de nucleótidos son útiles varía con los taxones. Es decir, aunque un determinado gen puede ser útil para diferenciar especies cercanas, el mismo gen puede no prestar suficiente definición para separar razas de

insectos dentro de una especie. Por tanto, la parte específica del genoma por usarse dependerá del nivel de resolución que el investigador necesita. Por ejemplo, se han utilizado diferentes regiones mitocondriales (COI, COII, 16S) y nucleares (ITS1, ITS2, 28S, D2, D3 y EF-1) para la separación de especies de parasitoides, con resultados satisfactorios (Álvarez y Hoy 2002).

El número de técnicas moleculares basadas en PCR crece cada año. Entre las diferentes áreas que se han beneficiado por el uso de técnicas basadas en el PCR están la sistemática, la genética de poblaciones y los estudios de resistencia a insecticidas (Loxdale y Lushai 1998, Parker *et al.* 1998). Algunas de las técnicas moleculares basadas en PCR más comunes son el análisis de RFLP (*restriction fragment length polymorphism*), el análisis de microsátélites, el SSCP (*single-strand conformation polymorphism*), los RAPD (*random amplified polymorphic DNA*), y las huellas digitales de AFLP (*amplified fragment length polymorphism*) (Hedrick 1992, Hughes y Queller 1993, Mueller *et al.* 1996, Symondson y Hemingway 1997). En el Cuadro 1, presentamos una lista de técnicas moleculares con sus respectivas sensibilidad, costo, eficacia, nivel de discriminación y aplicación potencial.

Ventajas y desventajas de las herramientas moleculares

Las técnicas moleculares basadas en PCR presentan varias ventajas, incluyendo la posibilidad de trabajar con insectos extremadamente pequeños, como muchos de los parasitoides más efectivos en el control biológico. Estas técnicas también tienen la ventaja de no verse afectadas por la edad o el estadio de los insectos. Asimismo, en algunos casos pueden ser utilizadas en insectos secos o almacenados en alcohol por algún tiempo, como en el caso de las muestras de museo. Al servir sobre cualquier etapa de la vida del insecto, las técnicas moleculares permiten diferenciar especies de huevos o larvas de parasitoides dentro de sus hospedantes, lo cual suele ser imposible mediante el análisis morfológico tradicional.

Actualmente la mayor desventaja de las técnicas moleculares es su costo, que puede exceder los US\$ 20000 para un equipo básico. Sin embargo, en menos de 20 años el costo de las herramientas moleculares ha bajado y hoy por hoy son más accesibles. Otra desventaja de las herramientas moleculares es la relativa facilidad de contaminación de las muestras. Debido a la sensibilidad de las técnicas que usan PCR, cualquier ADN contaminante puede ser amplificado.

Cuadro 1. Comparación de herramientas moleculares para investigar la variación en segmentos de ADN o en productos de PCR

Característica	PCR-RFLP ^(w)	Microsatélites	SSCP ^(x)	RAPD ^(y) -PCR	AFLP ^(z) -PCR
Sensitividad	Moderada	Alta	Alta-moderada	Moderada	Alta
Costo	Moderado	Moderado	Moderado	Bajo	Moderado
Eficiencia	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta
Nivel de discriminación / tipo de información obtenida (frecuencia de genes o cambios en pares de bases)	Diferencias de nucleótidos individuales en ADN nuclear y mitocondrial / frecuencia de genes.	Diferencias en individuos y poblaciones en ADN nuclear / No frecuencia de genes, tampoco cambios en pares de bases.	Diferencias de nucleótidos individuales en ADN nuclear / frecuencia de genes.	Diferencias de nucleótidos individuales en ADN nuclear / frecuencia de genes.	Diferencias entre individuos y poblaciones / frecuencia de genes.
Aplicación	Diversidad, variación geográfica, zonas de híbridos y límites de especies, filogenia.	Sistemas de apareamiento, diversidad, parentesco, relación.	Parentesco, relación.	Zonas de híbridos y límites de especies, e identificación de subespecies.	Identificación de subespecies.
Ventajas	Requiere poca cantidad de ADN. Puede visualizarse con bromuro de etidio.	Altos niveles de variación presentes en la mayoría de insectos.	Puede usar nuevos haplotipos para análisis adicionales.	Útil para especies con limitada información genética.	Más confiable que RAPD-PCR y más fácil de usar que RFLP y microsatélites. No requiere información de secuencias.
Desventajas	Requiere iniciadores específicos y dos procedimientos separados. Toma más tiempo y es más costoso que PCR de alelos específicos.	Bandas que migran en el gel al mismo tiempo pueden no ser alelos idénticos del mismo locus. Requiere cantidades grandes de ADN de alto peso molecular. Toma bastante tiempo identificar unidades repetidas.	No funciona con todos los productos de PCR. Puede requerir secuenciación.	Requiere poco ADN.	Requiere grandes cantidades de ADN limpio y además un largo protocolo.

Fuente: adaptado de Dowling *et al.* (1996) y Menalled *et al.* (2004).

^(w) *Polymerase chain reaction-restriction fragment length polymorphism.*

^(x) *Single-strand conformation polymorphism.*

^(y) *Random amplified polymorphic DNA.*

^(z) *Amplified fragment length polymorphism.*

Igualmente, cualquier contaminación con ADNasas puede degradar las muestras. Otra desventaja de las técnicas moleculares es la dificultad en la ejecución de los protocolos requeridos y en la interpretación de los resultados cuando el investigador no cuenta con suficiente formación en el campo genético.

La sección del genoma por investigar dependerá del nivel de variación que el investigador necesita resolver. Algunos genes son relativamente fáciles de amplificar usando PCR porque se repiten cientos y algunas veces miles de veces en el genoma de los insectos. Un ejemplo son las miles de copias

de los genes nucleares del ADN ribosomal organizados en secuencias. Cada secuencia consiste de regiones que codifican tres subunidades (18S, 5.8S y 28S). Estas subunidades están separadas por dos espaciadores transcritos internos (ITS por la sigla en inglés de *internal transcribe spacer*): el ITS1 y el ITS2. Usualmente, las diferencias entre los ITS de poblaciones y especies de parasitoides son expresadas como una filogenia, lo cual permite separar especies cercanamente relacionadas (Álvarez y Hoy 2002). Sin embargo, varios investigadores han demostrado que dentro de un mismo individuo existe variación en las secuencias de las diferentes copias del ITS (Onyabe y Conn 1999, Hugall *et al.* 1999, Harris y Crandall 2000). Esta variación puede resultar en la creación de filogenias erróneas si las variantes dentro de un individuo y entre individuos difieren tanto como las variantes entre poblaciones y especies (Rich *et al.* 1997). Por tanto, es importante asegurarse de que un número significativo de copias de ITS de cada individuo sea usado en los análisis filogenéticos. Desafortunadamente, esto puede acrecentar de modo significativo el costo de los experimentos.

La selección de la herramienta molecular depende del tipo de problema por resolver, el costo de la técnica, la dificultad del método, y el número de muestras por analizar. Una de las técnicas moleculares más populares en estudios entomológicos basadas en PCR es el análisis de RAPD-PCR, quizás porque no requiere información previa acerca de la secuencia de ADN, provee rápidamente marcadores moleculares, y es relativamente barata y fácil de usar (Williams *et al.* 1990, Álvarez 2000). Sin embargo, al principio los RAPD fueron criticados porque sus resultados eran difíciles de reproducir (Ellsworth *et al.* 1993); más recientemente, algunos investigadores han probado que la reproducción de los resultados puede mejorarse. Por ejemplo, Reineke *et al.* (1999) recomiendan amplificar el ADN en una segunda reacción para probar la reproducibilidad de los patrones de bandas obtenidos por esta técnica.

A pesar de los problemas asociados con las diferentes técnicas, las herramientas moleculares prometen ser útiles para resolver problemas entomológicos como los que presentamos a continuación.

Resolución de problemas de sistemática inadecuada

El éxito de un programa de control biológico depende en gran medida de la correcta identificación de la plaga o del enemigo natural. Los enemigos naturales más

efectivos presentan alta especificidad sobre sus insectos hospedantes (Álvarez *et al.* 1999, Menalled *et al.* 2004). Por tanto, la identificación correcta es especialmente importante cuando existen otras especies cercanamente relacionadas a la plaga o al enemigo natural. A pesar de que la evaluación de caracteres morfológicos es la herramienta predominante para distinguir especies de insectos, muchos grupos de enemigos naturales son morfológicamente indistinguibles (especies crípticas) a pesar de su diversidad genética. Rosen (1986), en su capítulo sobre control biológico y especies crípticas, presenta una serie de ejemplos donde la identificación incorrecta de la plaga o de los enemigos naturales fue la causa de costosos fracasos en la implementación de diferentes proyectos de control biológico.

Los investigadores en control biológico han descubierto un número creciente de especies crípticas de parasitoides. En los últimos 40 años, las herramientas bioquímicas y moleculares han permitido explorar las diferencias a nivel genético entre individuos de especies crípticas. Según De Bach (1969), todas las diferencias genéticas entre enemigos naturales pueden ser importantes, sin importar qué tan hábil sea el investigador separando estas especies morfológicamente.

En los Estados Unidos, el minador asiático de los cítricos, *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera: Gracillariidae), se detectó por primera vez en el estado de la Florida en 1993 (Hoy y Nguyen 1997). En seguida comenzó un programa de control biológico clásico en contra de esta plaga y se introdujeron dos poblaciones del parasitoide *Ageniaspis* (Hymenoptera: Encyrtidae). Una población provenía de Australia y la otra de Taiwán; no se podía distinguir morfológicamente entre ellas y los taxónomos especialistas identificaron a ambas poblaciones como *Ageniaspis citricola* Logvinoskaya, un parasitoide de color negro extremadamente pequeño (hasta 1 mm de longitud). Álvarez (2000) determinó que las poblaciones de *A. citricola* de distinta proveniencia geográfica presentaban algunas diferencias biológicas y de comportamiento. Estas diferencias sugirieron la necesidad de conducir un estudio de las dos poblaciones con métodos moleculares. Hoy *et al.* (2000) utilizaron RAPD y determinaron que las poblaciones eran genéticamente diferentes. Álvarez y Hoy (2002) confirmaron las diferencias genéticas por medio del análisis de secuencias del ITS2 del ADN ribosomal; después de analizar múltiples clones del ITS2, estos autores descubrieron que la variación en las secuencias dentro de individuos era mayor que la variación de las secuencias entre individuos. Esta gran

variabilidad en la secuencia y longitud de las diferentes copias del ITS2 entre individuos sugirió que la evolución concertada no ha homogenizado todas las copias de los genes del ARNr dentro de los individuos y poblaciones de *Ageniaspis*. Sin embargo, los segmentos de ITS2 fueron informativos filogenéticamente y separaron satisfactoriamente las poblaciones australianas y taiwanesas de *Ageniaspis* (Álvarez y Hoy 2002). Estos resultados sugieren la existencia de dos especies crípticas de diferente proveniencia geográfica.

Como las dos poblaciones de *Ageniaspis* fueron introducidas al estado de la Florida en los Estados Unidos casi al mismo tiempo, y los parasitoides se establecieron en los cultivos de cítricos, no se tenía certeza sobre cuál de las dos poblaciones se habían establecido o si ambas lo había logrado. En experimentos adicionales, Álvarez (2000) analizó individuos de *Ageniaspis* recolectados en 10 sitios distribuidos a lo largo de 7 condados de la Florida. Usando RAPD, el autor concluyó que todos los individuos provenían de Australia y que probablemente los individuos taiwaneses no pudieron establecerse en Florida. Estas conclusiones permitieron seleccionar individuos de *Ageniaspis* para exportarlos a diferentes sitios del Caribe, como las Bahamas y las Islas Bermudas (Hoy y Jessey 2004), y otros países como Brasil, Chile, España, Honduras, Italia, México, y Marruecos, que presentan condiciones climáticas similares a la Florida (Hoy, sin publicar).

Resolución de problemas de contaminación de colonias de parasitoides

El género *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) es bien conocido por todos los practicantes del control biológico. Los microhimenópteros de este género son criados comercialmente y utilizados ampliamente en programas de control biológico aumentativo, como parte de programas de manejo integrado de plagas de lepidópteros. Sin embargo, por causa de su tamaño diminuto y la dificultad de la separación visual (morfológica) entre especies y razas, es frecuente la contaminación en las colonias de crianza de los laboratorios que comercian con ellos. En consecuencia, también es frecuente obtener resultados desalentadores después de la liberación de los parasitoides (Dourojeanni 1990).

La taxonomía de estos y otros microparasitoides de otros géneros, tales como *Anaphes* (Hymenoptera: Mymaridae), se ha beneficiado por la utilización de herramientas moleculares. Landry *et al.* (1993) desarrollaron un sistema para separar especies de

Trichogramma y *Anaphes* basado en análisis de RAPD. También se han empleado secuencias de ADN del ITS2 y del COII para separar la mayoría de especies de *Trichogramma* y describir nuevas especies en este género (Silva *et al.* 1999, Stouthamer *et al.* 1999, Pinto *et al.* 2002, Borghuis *et al.* 2004).

Detección de la presencia de simbioses

Los eucariontes presentan un genoma nuclear y un genoma mitocondrial. Las mitocondrias son consideradas generalmente como simbioses microbiales que fueron modificados después de un largo proceso evolutivo dentro de las células de los eucariontes (Martin 1999). Además de la mitocondria, los insectos tienen una estrecha relación intra- y extra-celular con una gran diversidad de organismos, tales como virus, bacterias, levaduras, y rickettsias (Douglas 1992). En general, se desconocen los detalles de las relaciones entre estos microorganismos y sus hospedantes, pero gracias a las herramientas moleculares los investigadores están aprendiendo mucho más acerca de ellos (Hoy 2003).

Por ejemplo, es común encontrar en artrópodos un género de proteobacterias llamado *Wolbachia* (Jeyaprakash y Hoy 2002). Esta bacteria endosimbionte infecta los tejidos reproductivos de los artrópodos y se transmite por vía materna en el citoplasma (Hoy *et al.* 2003). Jeyaprakash y Hoy (2002) observaron que el 76% de 63 especies de artrópodos estaba infectado con esta bacteria, que afecta la reproducción de sus hospedantes en diferentes formas, causando la incompatibilidad reproductiva (Stouthamer 1997). Por esta razón, varios investigadores creen que esta bacteria está involucrada en procesos de especiación.

Álvarez (2000) utilizó la técnica conocida como "PCR largo" para detectar la presencia de *Wolbachia* en las dos especies crípticas de parasitoides previamente descritas del género *Ageniaspis* y en su insecto hospedante, el minador de los cítricos. La clonación y secuenciación del gen *wsp*, el cual codifica por una proteína de la superficie de *Wolbachia*, reveló diferentes tipos de *Wolbachia* que infectaban individuos de las dos especies crípticas de *Ageniaspis*. Estos resultados proveen evidencia adicional del aislamiento reproductivo o de la diferenciación genética entre las poblaciones australianas y taiwanesas de *Ageniaspis*.

Determinación de la presencia de endoparasitoides e hiperparasitoides

Algunos proyectos de control biológico requieren la determinación del parasitismo y la identificación

de los parasitoides en sus estados larvales dentro de sus hospedantes. En la mayoría de casos, esto requiere la disección del hospedante y montar sobre láminas de microscopía la larva del endoparasoite. Es imposible determinar la especie de algunos parasitoides cuando no existen claves morfológicas para sus estados larvales y, en estos casos, es necesario esperar hasta que los adultos emerjan del hospedante para identificarlos. Por ejemplo, Álvarez *et al.* (1999) determinaron la presencia de parasitismo del afelnido *Encarsia sp. aff. diaspidicola* (Silvestri) únicamente después de siete días de la oviposición del parasitoide en su hospedante, la escama de San José *Quadraspidotus perniciosus* (Comstock). Siete días después de ser parasitadas, las escamas adquirían una apariencia brillante y oleácea y su color amarillo oscurecía. Las herramientas moleculares son de gran utilidad para determinar la presencia de endoparasitoides aun antes de poder verlos. Con la ayuda de las herramientas moleculares, la presencia del parasitoide adentro de su hospedante se puede detectar incluso horas después de la oviposición en lugar de esperar más de siete días para su detección visual.

En términos generales, los hiperparasitoides se consideran como algo negativo en el control biológico, porque pueden limitar las poblaciones de algunos parasitoides primarios. Sin embargo, es muy difícil predecir la influencia de los hiperparasitoides sobre los parasitoides primarios, porque la diversidad de especies de los primeros y la cantidad de individuos de los segundos puede variar mucho de un sitio a otro y de un año a otro (Sullivan 1987). En el caso del hiperparasitoide icneumonido *Mesochorus sp.* sobre el braconido *Peristenus sp.*, el cual es un parasitoide primario de los míridos *Lygus spp.*, es bastante difícil determinar los niveles de hiperparasitismo al diseccionar el hospedante mírido (Day 2002). La causa de esto es que la larva del hiperparasitoide está adentro del parasitoide, el cual a su vez se encuentra adentro del hospedante mírido. El tamaño de los hiperparasitoides y su ubicación dentro del parasitoide primario hacen que la determinación del hiperparasitismo mediante la disección sea poco práctica. Por tanto, la única opción que existía antes del uso de herramientas moleculares era la cría de los insectos y la determinación morfológica de las especies después de la emergencia de los adultos. Sin embargo, en este sistema de hiperparasitoide (*Mesochorus sp.*)-parasitoide (*Peristenus sp.*), ambos insectos tienen una diapausa obligatoria, la cual implica que los tiempos

de cría para obtener estimados acertados de los niveles de parasitismo y confirmar la identificación de las especies puede tomar más de ocho o nueve meses (Ashfaq *et al.* 2005).

Ashfaq *et al.* (2005) usaron secuencias del ITS para desarrollar iniciadores de PCR que pudieran detectar la presencia de *Mesochorus sp.* en el hospedante *Lygus spp.* Los análisis de PCR de individuos de *Lygus spp.* recolectados en el campo arrojaron resultados similares en los niveles de hiperparasitismo de *Mesochorus sp.* a los resultados obtenidos mediante la cría de los insectos en el laboratorio. De esta forma, los investigadores pudieron procesar un mayor número de insectos en un menor tiempo y con bastante certeza en la identificación de las especies. Adicionalmente, con el uso de las secuencias de ITS y CO1 y el subsiguiente análisis de enzimas de restricción sobre los productos de PCR del ITS de *Mesochorus sp.*, Ashfaq *et al.* (2005) determinaron la posible presencia de especies crípticas en este hiperparasitoide.

Mayor eficiencia de los enemigos naturales

Se han utilizado tecnologías de ADN recombinante para estudiar insectos plaga y organismos benéficos. Algunos investigadores utilizan dichas tecnologías para mejorar la eficiencia de organismos benéficos y para disminuir el potencial dañino de insectos plaga. Por ejemplo, Sun *et al.* (2004) construyeron un baculovirus recombinante incrementando el potencial de este para infectar el gusano de la bellota de algodón (*Helicoverpa armigera*). Estos investigadores pudieron comprobar que el baculovirus recombinante (HaSNPV-AaIT) redujo el tiempo promedio de sobrevivencia del insecto plaga, e infectó más rápidamente que un genotipo silvestre del baculovirus que había sido aislado a través de un método de clonación *in vivo*. Como consecuencia del incremento en la eficiencia del baculovirus recombinante, el campo donde fue aplicado produjo una cosecha de fibra de algodón 22,1% mayor que donde se aplicó el genotipo silvestre. El empleo de tecnologías recombinantes para aumentar el potencial de los bioplaguicidas seguramente resultará en la formulación de productos comerciales más eficientes.

El futuro

Los métodos moleculares son herramientas que pueden ser utilizadas por investigadores en diferentes campos científicos, incluyendo el control biológico. La mayoría de profesionales del control biológico reciben un

entrenamiento amplio en entomología y ecología, pero raramente en genética y, por tanto, no están al tanto de las técnicas disponibles (Hoy 1986). Asimismo, pocos genetistas están entrenados en control biológico y la mayoría no entiende la necesidad de los proyectos aplicados (Hoy 1986). Así, para progresar más en el uso de herramientas moleculares en un programa de control biológico de plagas, es necesaria una colaboración estrecha entre taxónomos, ecólogos, entomólogos, genetistas y biólogos moleculares.

Las herramientas moleculares no siempre son apropiadas y en la mayoría de los casos son más costosas que otras técnicas. Sin embargo, tienen bastante potencial y pueden resolver interrogantes que probablemente no se pueden resolver de ninguna otra forma. Sin duda, la utilización de herramientas moleculares en la producción masiva de enemigos naturales ayudará a mantener y mejorar la calidad de dichos insectos, la cual es crítica en el éxito de cualquier programa de control biológico.

En los últimos años, el número de taxónomos especializados en algunos grupos de insectos ha disminuido considerablemente. Las herramientas moleculares incrementan la precisión en la identificación de enemigos naturales y plagas y serán especialmente importantes en la separación de especies crípticas con diferentes requerimientos ambientales y atributos biológicos, cuando los taxónomos no estén disponibles o simplemente cuando la morfología no baste para diferenciar entre dichas especies.

Algunos investigadores han propuesto utilizar herramientas moleculares para mejorar la eficiencia de los enemigos naturales. La idea no es nueva y ya en 1985 Beckendorf y Hoy (1985) proponían alterar la proporción de machos y hembras para obtener más hembras que parasitaran sus hospedantes, y además incrementar la longevidad, fecundidad y especificidad de los enemigos naturales. Otros investigadores han propuesto modificar genéticamente algunas plantas por medio de técnicas de transformación genética, de tal manera que provean mejor alimentos suplementarios para algunos enemigos naturales, como los parasitoides himenópteros, y de esta manera puedan mejorar su eficiencia como enemigos naturales. Una vez que los investigadores obtengan los medios para introducir genes dentro de los cromosomas de plantas e insectos, podemos esperar una explosión de estudios básicos y aplicados.

En resumen, las herramientas moleculares prometen ser una gran ayuda para los investigadores en

control biológico y deben ser utilizadas en aquellos problemas donde no exista una forma más económica o sencilla para responder al problema.

Literatura citada

- Álvarez, JM. 2000. Use of molecular tools for discriminating between two populations of the citrus leafminer parasitoid *Ageniaspis* (Hymenoptera: Encyrtidae). Ph.D. dissertation. Gainesville, FL, US, Department of Entomology and Nematology, University of Florida. 90 p.
- _____; Hoy, MA. 2003. Molecular markers in classical biological control of the citrus leafminer: taxonomic and ecological evaluations. In VanDriesche, RG, ed. International Symposium of Biological Control (1, 2002). Morgantown, WV, US, USDA Forest Service Publication FHTET. p. 75-89.
- _____; Hoy, MA. 2002. Evaluation of the ribosomal ITS2 DNA sequences in separating closely related populations of the parasitoid *Ageniaspis* (Hymenoptera: Encyrtidae). *Annals of the Entomological Society of America* 95:250-256.
- _____; Van Driesche, RG; Cornell, J. 1999. Effect of *Encarsia* nr. *diaspidicola* (Hymenoptera: Aphelinidae) parasitism on *Cybocephalus* nr. *nipponicus* (Coleoptera: Cybocephalidae) egg laying choices. *Biological Control* 15:57-63.
- Ashfaq, M; Erlandson, M; Braun, L. 2005. Hyperparasitism by *Mesochorus* spp. (Hymenoptera: Ichneumonidae) in *Peristenus* sp. (Hymenoptera: Braconidae) and development of PCR primers for hyperparasitoid detection. *Biological Control* 32:371-377.
- Beckendorf, SK; Hoy, MA. 1985. Genetic improvement of arthropod natural enemies through selection, hybridization or genetic engineering techniques. In Hoy, MA; Herzog, DC. eds. *Biological control in agricultural IPM systems*. New York, US, Academic Press. p. 167-187.
- Borghuis, A; Pinto, JD; Platner, GR; Stouthamer, R. 2004. Partial cytochrome oxidase II sequences distinguish the sibling species *Trichogramma minutum* Riley and *Trichogramma platneri* Nagarkatti. *Biological Control* 30:90-94.
- Caterino, MS; Cho, S; Sperling, FAH. 2000. The current state of insect molecular systematics: a thriving tower of Babel. *Annual Review of Entomology* 45:1-54.
- DeBach, P. 1969. Uniparental, sibling and semi-species in relation to taxonomy and biological control. *Israel Journal of Entomology* 4:11-28.
- Douglas, AE. 1992. Symbiotic microorganisms in insects. *Encycl. Microbiol.* 4:165-178.
- Dourojeanni, MJ. 1990. Entomology and biodiversity conservation in Latin America. *American Entomologist* 36:88-93.
- Ellsworth, DL; Rittenhouse, KD; Honeycutt, RL. 1993. Artfactual variation in randomly amplified polymorphic DNA banding patterns. *BioTechniques* 14:214-217.
- Harris, DJ; Crandall, KA. 2000. Intra-genomic variation within ITS1 and ITS2 of freshwater crayfishes (Decapoda: Cambaridae): implications for phylogenetic and microsatellite studies. *Mol. Biol. Evol.* 17, 284-291.
- Hedrick, P. 1992. Shooting the RAPDs. *Nature* 355:679-680.
- Hughes C.R. y Queller, D.C. 1993. Detection of highly polymorphic microsatellite loci in a species with little allozyme polymorphism. *Molecular Ecology* 2:131-137.

- Hoy, MA. 1986. Use of genetic improvement in biological control. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 15:109-119.
- _____. 2003. Insect molecular genetics. An introduction to principles and applications. 2 ed. Orlando, FL, US, Academic Press. 544 p.
- _____; Nguyen, R. 1997. Classical biological control of the citrus leafminer *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera: Gracillariidae): theory, practice, art, and science. *Tropical Lepidoptera* 8 (Suppl. 1):1-19.
- _____; Jessey, C. 2004. *Ageniaspis citricola* (Hymenoptera: Encyrtidae) established in Bermuda. *Florida Entomologist* 87:229-230.
- _____; Jeyaprakash, A; Morakote, R; Lo, PKC; Nguyen, R. 2000. Genomic analyses of two populations of *Ageniaspis citricola* (Hymenoptera: Encyrtidae) suggest that a cryptic species may exist. *Biological Control* 17:1-10.
- _____; Jeyaprakash, A; Álvarez, JM; Allsopp, M. 2003. *Wolbachia* is present in the honeybees *Apis mellifera capensis*, *A.m. scutellata* and their hybrids in Southern Africa. *Aphidology* 34:53-60.
- Hugall, A, Stanton, J, Moritz, C. 1999. Reticulate evolution and the origins of ribosomal internal transcribed spacer diversity in apomictic *Meloidogyne*. *Mol. Biol. Evol.* 16:157-164.
- Jeyaprakash, A; Hoy, MA. 2002. Long PCR improves *Wolbachia* DNA amplification: *wsp* sequences found in 76% of 63 arthropod species. *Insect Molecular Biology* 9:393-405.
- Kocher, TD; Thomas, WK; Meyer, A; Edwards, SV; Pääbo, S; Villablanca, FX; Wilson, AC. 1989. Dynamics of mitochondrial DNA evolution in animals: amplification and sequencing with conserved primers. *Proceedings of the National Academy of Science* 86:6196-6200.
- Landry, BS; Dextraze, L; Boivin, G. 1993. Random amplified polymorphic DNA markers for DNA fingerprinting and genetic variability assessment of minute parasitic wasp species (Hymenoptera: Mymaridae and Trichogrammatidae) used in biological control programs of phytophagous insects. *Genome* 36:580-587.
- Loxdale, HD; Lushai, G. 1998. Molecular markers in entomology. *Bulletin of Entomological Research* 88:577-600.
- Martin, W. 1999. A briefly argued case that mitochondria and plastids are descendants of endosymbionts, but that the nuclear compartment is not. *Proceedings of the Royal Society London B* 266:1387-1395.
- Menalled, F; Álvarez, JM; Landis, D. 2004. Molecular techniques, habitat management and parasitoid conservation in annual cropping systems. *In* Gurr, G; Wratten, S; Altieri, MA. eds. *Ecological Engineering: Advances in habitat manipulation for arthropods* 6:103-117.
- Mueller, UG; Lipari, SE; Milgroom, MG. 1996. Amplified fragment length polymorphism (AFLP) fingerprinting of symbiotic fungi cultured by the fungus-growing ant *Cyphomyrmex minutus*. *Molecular Ecology* 5:119-122.
- Onyabe, DY; Conn, JE. 1999. Intragenomic heterogeneity of a ribosomal DNA spacer (ITS2) varies regionally in the neotropical malaria vector *Anopheles nuneztovari* (Diptera: Culicidae). *Insect Molecular Biology* 8:435-442.
- Parker, P.G., Snow, A.S., Schug, M.D., Booton G.C. y Fuerst, P.A. 1998. What molecules can tell us about populations: choosing and using a molecular marker. *Ecology* 79:361-382.
- Pinto, JD; Koopmanschap, AB; Platner, GR; Stouthamer, R. 2002. The North American *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) parasitizing certain Tortricidae (Lepidoptera) on apple and pear, with ITS2 DNA characterizations and description of a new species. *Biological Control* 21:134-142.
- Reineke, A; Karlovsky, P; Zebitz, CPW. 1999. Suppression of randomly primed polymerase chain reaction products (random amplified polymorphic DNA) in heterozygous diploids. *Molecular Ecology* 8:1449-1455.
- Rich, SM; Rosenthal, BM; Telford, SR III; Spielman, A; Hartl, DL; Ayala, FJ. 1997. Heterogeneity of the internal transcribed spacer (ITS-2) region within individual deer ticks. *Insect Molecular Biology* 6:123-129.
- Rosen, D. 1986. The role of taxonomy in effective biological control programs. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 15:121-129.
- Silva, IMMS; Honda, J; Kankan, F; Hu, J; Neto, L; Pintureau, B; Stouthamer, R. 1999. Molecular differentiation of five *Trichogramma* species occurring in Portugal. *Biological Control* 16:177-184.
- Snow, AA; Parker, PG. 1998. Molecular markers for population biology. *Ecology* 79:359-360.
- Stouthamer, R. 1997. *Wolbachia*-induced parthenogenesis. *In* O'Neill, SL; Hoffmann, AA; Werren, JH. eds. *Influential passengers, inherited microorganisms and arthropod reproduction*. Oxford, Oxford University Press. p. 102-124.
- _____; Hu, J; van Kan, F; Platner, GR; Pinto, JD. 1999. The utility of internally transcribed spacer 2 DNA sequences of the nuclear ribosomal gene for distinguishing sibling species of *Trichogramma*. *BioControl* 43:421-440.
- Sullivan, DJ. 1987. Insect hyperparasitism. *Annual Review of Entomology* 32:49-70.
- Sun, X; Wang, H; Sun, X; Chen, X; Peng, C; Pan, D; Jehle, JA; van der Werf, W; Vlask, JM; Hu, Z. 2004. Biological activity and field efficacy of a genetically modified *Helicoverpa armigera* single-nucleocapsid nucleopolyhedrovirus expressing an insect-selective toxin from a chimeric promoter. *Biological Control* 29:124-137.
- Symondson, WOC; Hemingway, J. 1997. Biochemical and molecular techniques. *In* Dent, DR; Walton M.;P. (eds.) *Methods in Ecological and Agricultural Entomology*. CAB International, Oxon. p. 293-350.
- Williams, JGK; Kubelik, AR; Livak, KJ; Rafalski, JA; Tingey, SV. 1990. DNA polymorphisms amplified by arbitrary primers are useful as genetic markers. *Nucleic Acids Research* 18:6531-6535.

Flutuação populacional de *Carpophilus* sp. em pomares de goiaba submetidos a dois métodos de pulverização de fenthion

Julio Cesar Galli¹
Kenji C.A. Senô¹
Evandro C.B. Carareto¹

RESUMEN. Fluctuación poblacional de *Carpophilus* sp. en huertos de guayaba sometidos a dos métodos de pulverización de fentión. Se estudió la influencia del insecticida fentión (Lebaycid® 50) en pulverización normal y como cebo, con atrayentes de proteína hidrolizada de maíz, sobre *Carpophilus* sp. 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%) + fentión (0,2%); y 3) fentión en pulverización normal (0,1%). Los insectos fueron evaluados semanalmente con trampas de suelo *pit-fall*. En el experimento de dinámica poblacional de *Carpophilus* sp. no se encontraron diferencias significativas para los dos sistemas de aplicación de insecticida.

Palabras clave: trampas *pit-fall*, *Psidium guajava* L., *Carpophilus*, guayaba.

ABSTRACT. Population dynamics of *Carpophilus* sp. associated to guava, 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 *Carpophilus* sp. insects associated to guava (*Psidium guajava* L.). The treatments were: 1) control; 2) attractive trap Moscatex® (0.5%) + fenthion (0.2%); and 3) fenthion, in the usual application (0.1%). The soil traps (*pit-fall*) were analyzed weekly. There were no statistical differences between both application methods for all the observed populations of *Carpophilus*.

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

Introdução

A goiabeira *Psidium guajava* L. encontra-se amplamente distribuída por todas as regiões tropicais e subtropicais do mundo, tendo origem na América Tropical, inclusive o Brasil, país em que seu consumo é amplamente difundido entre todas as classes sociais, principalmente na forma industrializada (Pereira e Martinez Jr. 1986). Sendo um fruto de polpa carnuda e macia, torna-se alvo de inúmeras pragas, e por consequência tem-se que a entomofauna associada a *Psidium guajava* é bastante rica, devendo ser objeto de estudo para diversos pesquisadores.

Os insetos pertencentes ao gênero *Carpophilus* (Col.: Nitidulidae) têm como habitat e alimentação,

flores, fungos, frutos, tecidos de planta em decomposição ou fermentação, além de tecido animal morto que pode ser encontrado com muita facilidade em diversos ambientes que variam desde uma cultura agrícola até locais de depósito de lixo. A faixa de temperatura ideal para o desenvolvimento desses insetos é de 20 a 30 °C (James e Vogele 2000).

Dowd (1987) fez referência a esses insetos considerando ataques a frutas secas ou em processo de secagem, podendo contaminar o produto final com resíduos ou ainda devido à ocorrência de fermentação indesejada, sendo menos comum o ataque a frutos ainda sadios. Quando ocorre penetração em frutos sadios a entrada se dá geralmente pelo pecíolo, cau-

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

sando queda do fruto e provocando o aparecimento de uma mancha marrom no local atacado. Estes insetos tem hábito de permanecer entre as folhagens e o galhos próximos ao solo ou em contato com este. Possuem um habitat relativamente restrito.

O gênero *Anastrepha* (moscas-das-frutas: Díptera: Tephritidae) tem sido apontado como a principal praga da goiabeira na região onde foi desenvolvido o presente ensaio, requerendo rotineiras pulverizações 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 inseticidas misturados com atrativo alimentar, associa as vantagens dos dois métodos, podendo ser utilizado em grandes 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.* 1998).

O controle das moscas-das-frutas nos pomares comerciais normalmente é feito com pulverização de inseticidas em área total empregando-se alto volume. 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 em diversos experimentos.

É sabido que o uso de inseticidas em área total, provoca uma redução acentuada na população de todos os insetos, sejam eles pragas ou não (Gravena e Lara 1976). No entanto, ainda é pouco conhecida a influência desta forma de aplicação (fenthion com isca atrativa em partes da planta) sobre a entomofauna de pomares de goiabeira, principalmente considerando-se o habitat rente ao solo. 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 pesquisadores vêm estudando modelos de armadilhas e também a coleta de artrópodos que habitam os mais diversos sistemas agrícolas, inclusive pomares comerciais 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 projeto 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 de *Carpophilus* sp. associados a goiabeira, considerando-se o habitat rente ao solo.

Materiais e métodos

Instalou-se o experimento em janeiro de 1999, empregando-se 14 meses de coleta de dados até maio 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 a indústria local.

Considerou-se a mosca-das-frutas como praga chave por ser a de principal ocorrência na região por diversos anos consecutivos. 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 L de água, utilizando-se um atomizador costal motorizado Jacto, modelo PL50, com turbina microjet.

Utilizou-se delineamento estatístico experimental 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.

O experimento foi conduzido levando-se em consideração as condições normais de cultivo da goiaba na região, conforme um padrão comercial. Em 12/01/99 foi feita a primeira aplicação de fenthion e isca tóxica e em seguida iniciou-se o período de coleta dos insetos. 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.

Os insetos de gênero *Carpophilus* foram coletados com 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 (1996 a). Empregou-se uma armadilha para cada planta da parcela. Todas as armadilhas eram avaliadas e trocadas semanalmente.

Resultados e discussão

Pela Figura 1 observa-se que os insetos do gênero *Carpophilus* ocorrem durante todo ano nos pomares de goiaba em Vista Alegre do Alto – SP sendo que no mês de setembro ocorre um aumento significativo da população, considerando-se os três tipos de tratamentos relacionados (testemunha, isca tóxica, aplicação em área total). Durante o experimento estes insetos foram encontrados praticamente em todos os dias de avaliação nas armadilhas de solo, apresentando um crescimento a partir dos meses de março/abril de 1999 e alcançando um pico populacional logo no início do período de frutificação, em setembro, quando a temperatura média oscilou entre 20 e 25 °C.

Considerando-se os tratamentos e testemunha, isca + fenthion e fenthion em área total, as alterações nos níveis populacionais foram bastante semelhantes durante todo o período de observação.

Avaliou-se estatisticamente o número de insetos desse gênero encontrado em três semanas após as aplicações dos inseticidas em quatro datas diferentes, sendo essas 10/05/99, 03/09/99, 04/10/99 e 28/12/99. Conforme pode ser constatado no Quadro 1, não foram encontradas diferenças estatísticas entre o tratamentos, em nenhuma época.

O gênero *Carpophilus* é encontrado em diversos nichos diferentes uma vez que os insetos alimentam-se de flores, frutas, seiva, fungos, tecidos de plantas em decomposição e fermentação ou ainda tecidos de animais mortos. Em algumas situações é considerado praga como ocorre com *C. hemipterus* (L.) (Hinton 1945) que consome frutas secas. Sua presença é comum em frutíferas, usando polpa como fonte de alimento, porém não atacando frutos ainda intactos, podendo provocar esporadicamente uma perfuração próxima ao pecíolo

Quadro 1. Número médio de insetos do gênero *Carpophilus* coletados com armadilha de solo em cultura comercial de goiabeira. Vista Alegre do Alto, SP, 1999/2000

Tratamentos	1º Período (1999)			2º Período (2000)			3º Período (2000)			4º Período (2000)		
	17/05	24/05	31/05	13/09	20/09	27/09	13/10	18/10	25/10	03/01	10/01	18/01
1. Testemunha		7,45 a ⁽²⁾			14,49 a			9,28 a			9,22 a	
2. Isca atrativa + fenthion		6,62 a			13,58 a			9,54 a			8,42 a	
3. Fenthion em área total		7,92 a			14,97 a			10,55 a			9,10 a	
F (trat)		2,85 ns			0,46 ns			0,58 ns			0,16 ns	
DMS		1,30			4,02			3,39			4,18 a	
CV%		11,19			17,70			21,88			29,66 a	

ns= Não significativo.

⁽²⁾ Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente. Dados transformados em SQR (x+0,5).

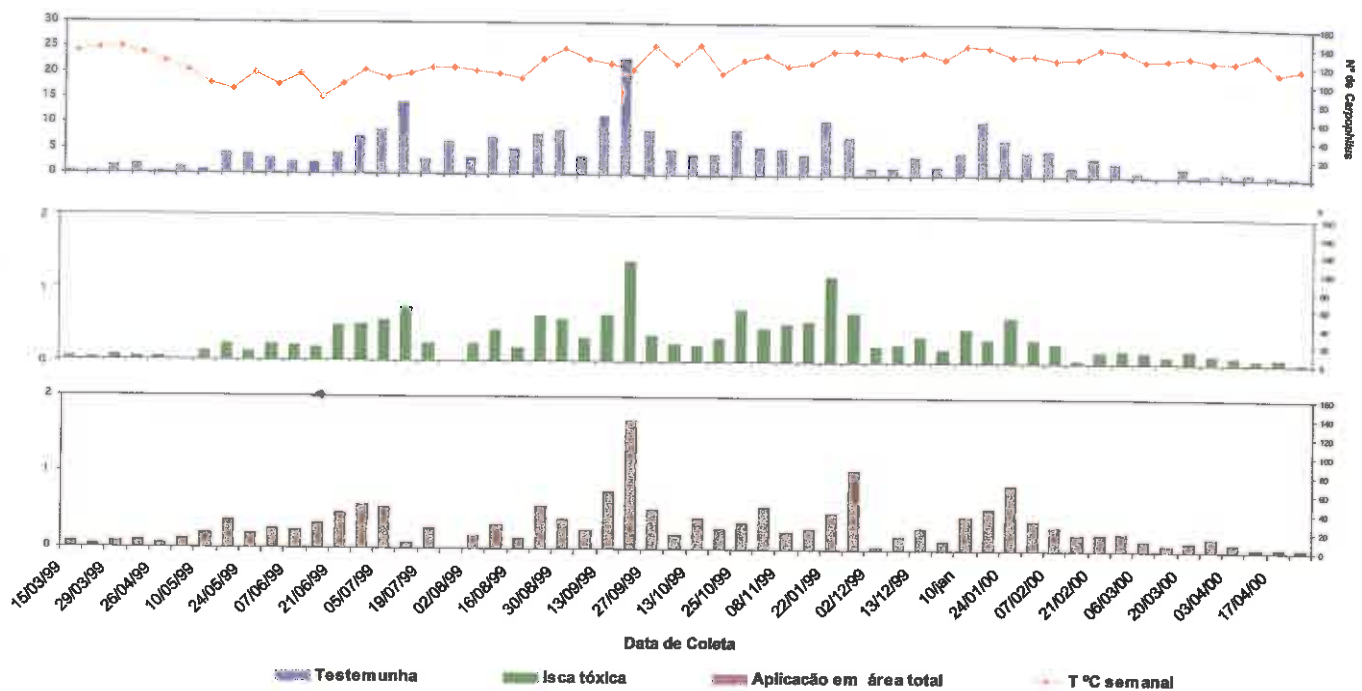


Figura 1. Número total de insetos do gênero *Carpophilus* coletados com armadilhas de solo em pomar de goiabeira para os tratamentos testemunha, atrativo + fenthion e fenthion em área total. Vista Alegre do Alto, SP, 1999/2000.

que leva à queda do fruto e ao aparecimento de necrose marrom no local da ação (Dowd, 1987). Embora tenha sido detectado *Carpophilus* na área experimental durante todo o período de frutificação, não foi possível identificar e correlacionar danos nos frutos de goiaba.

Finalmente verifica-se uma leve tendência de o tratamento com pulverização de fenthion em área total propiciar maior população de *Carpophilus*, sugerindo que devido ao hábito dos insetos pertencentes a esse gênero permanecerem entre folhagens e galhos no solo, não seriam atingidos diretamente pelo produto pulverizado. Considera-se também que a possibilidade de preservação dos inimigos naturais na parte aérea da copa com o sistema de isca resultaria em um pequeno aumento populacional dos insetos rasteiros. Tal efeito foi observado em estudo de entomofauna considerando-se o complexo de parasitóides e de predadores de moscas-das-frutas por Roessler 1989, citado por Rampazzo 1994.

Literatura citada

- Ascaso, C. 1985. Utilización de trampas en dos comunidades forestales de la región mediterránea: Observaciones. 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, BR, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias-UNESP. 44 p.

Dowd, PF. 1987. A labor-saving method for rearing the driedfruit beetle (Col.: Nitidulidae) on pinto bean-based diets. Journal of Economic Entomology 80(1):1351-1353.

Eskafi, FM; Kolbe, MM. 1990. Predation on larval and pupal *Ceratites 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, Ed. 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, Piracicaba 69(3):333-344.

_____; Rampazzo, EF. 1996 a. Enemigos naturais de predadores de *Anastrepha* (Diptera, Tephritidae) capturados com trampas de solo em huertos de *Psidium guajava* L. Madrid, ES, Boletim de Sanidade Vegetal - Plagas 22(2):297-300.

_____; Rampazzo, EF. 1996 b. 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. Manual de Entomologia Agrícola. São Paulo, BR, Ceres. 520 p.

- Gravena, S. 1980. Controle integrado de pragas dos citros. In Rodrigues, O; Viegas, F. eds. 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 Entomológica do Brasil 5(1):39-42.
- James, DG; Vogeleson, B. 2000. Development and survivor of *Carpophilus hemipterus* (L.), *C. mutilatus* Erichson and *C. humeralis* (F) (Col.: Nitidulidae) over a range of constant temperatures. Australian Journal of Entomology 39(1):180-184.
- Rampazzo, EF. 1994. Dinâmica populacional de moscas-das-frutas de gênero *Anastrepha* (Wiedmann) (Diptera: Tephritidae), seus parasitóides e predadores coletados em pomares de goiaba (*Pisidium guajava*) nos municípios de Jaboticabal e Monte Alto – SP. Dissertação de Mestrado. Brasil, FCAV –UNESP. 133 p.
- 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.

Potencial de depredación de *Hypsipyla grandella* por hormigas en cafetales de Costa Rica

Edgar H. Varón¹
Nadiejda Barbera²
Paul Hanson³
Manuel Carballo⁴
Luko Hilje⁵

RESUMEN. En algunos cafetales de Mesoamérica es frecuente encontrar árboles maderables valiosos, como caobas (*Swietenia* spp.) y cedros (*Cedrela* spp.), los cuales son severamente atacados por el barrenador *Hypsipyla grandella* (Lepidoptera: Pyralidae). Una opción para su control biológico serían algunas especies de hormigas depredadoras comunes en los arbustos de café. Por tanto, en Turrialba, Costa Rica, se inventariaron las especies presentes en dichos arbustos y en árboles de cedro dulce (*Cedrela odorata*). Se capturaron seis especies, de las cuales cinco aparecieron tanto en el café como el cedro. Las especies dominantes fueron *S. geminata* y *P. radoszkowskii*, que juntas representaron el 88% de los individuos, y resultaron más abundantes en el café que en el cedro. Los valores (índice de Shannon-Wiener) para la diversidad de especies fueron muy cercanos entre ambos componentes, mientras que la similitud de especies entre ambos (índice de Jaccard) fue de 0,83. Además, mediante pruebas de escogencia en el laboratorio y el invernadero, se determinó el potencial de depredación de *Solenopsis geminata*, *Pheidole radoszkowskii* y *Crematogaster* spp. sobre varios estados de *H. grandella*. En el laboratorio, las tres especies causaron depredación en al menos un estado de *H. grandella*, a veces con niveles de hasta 100%. No obstante, esto no ocurrió en el invernadero, ya que sólo *S. geminata* lo hizo sobre huevos de *H. grandella*.

Palabras clave: Café, *Coffea arabica*, *Crematogaster* spp., Meliaceae, *Pheidole radoszkowskii*, *Solenopsis geminata*.

ABSTRACT. Potential ant predation of *Hypsipyla grandella* in Costa Rican coffee plantations. In some Mesoamerican coffee plantations valuable timber trees, such as mahogany (*Swietenia* spp.) and cedar (*Cedrela* spp.) are often severely attacked by the shootborer *Hypsipyla grandella* (Lepidoptera: Pyralidae). One possibility for the biological control of this pest could be certain predatory ant species that are common on coffee bushes. We therefore inventoried the ant species present on coffee and Spanish cedar (*Cedrela odorata*) in Turrialba, Costa Rica. Six species were captured, of which five were present on both coffee and cedar. The dominant species were *Solenopsis geminata* and *Pheidole radoszkowskii*, which together represented 88% of all individuals, and were more abundant on coffee than on cedar. The species diversity values (Shannon-Wiener index) were very close for both components, while the similarity of species between them (Jaccard index) was 0.83. In addition, choice tests in the laboratory and greenhouse showed the predatory potential of *S. geminata*, *P. radoszkowskii* and *Crematogaster* spp. on various stages of *H. grandella*. In the laboratory, all three ants preyed on at least one stage of *H. grandella*, at times attaining 100% predation. Nonetheless, this did not occur in the greenhouse, where only *S. geminata* preyed on eggs of *H. grandella*.

Key words: Coffee, *Coffea arabica*, *Crematogaster* spp., Meliaceae, *Pheidole radoszkowskii*, *Solenopsis geminata*.

¹ Department of Plant, Soil and Entomological Sciences. University of Idaho, Moscow ID 83844-2339. EUA. evar8434@uidaho.edu

² Apdo. Postal 7461, Falcón- 4101. Venezuela. nbarbera@catie.ac.cr

³ Escuela de Biología, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica. cgodoy@inbio.ac.cr

⁴ Unidad de Fitoprotección, CATIE, Turrialba, Costa Rica. mcarball@catie.ac.cr

⁵ Consultor independiente. Heredia, Costa Rica. lhilje@catie.ac.cr

Introducción

En América Latina y el Caribe, el establecimiento de plantaciones comerciales de caobas (*Swietenia* spp.) y cedros (*Cedrela* spp.) (Meliaceae) ha fracasado históricamente, debido sobre todo al ataque del gusano barrenador de las meliáceas, *Hypsipyla grandella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae) (Newton *et al.* 1993). Su principal daño consiste en la perforación del brote terminal, que se deforma o ramifica, perdiéndose el valor comercial del árbol afectado.

Entre las opciones para el manejo de esta plaga, se han realizado esfuerzos en su control biológico, especialmente mediante parasitoides y entomopatógenos (Newton *et al.* 1993). En los sistemas agroforestales de café (*Coffea arabica*) de Mesoamérica es común la presencia de árboles de sombra, algunos con interés como fuente de madera, entre los que a veces aparecen caobas y cedros (OTS-CATIE 1986). Dichos sistemas pueden albergar una rica entomofauna, incluyendo hormigas (Perfecto y Snelling 1995, Perfecto *et al.* 1997, Barbera *et al.* 2002). El hecho de que algunas de ellas, además de consumir otros alimentos, depreden insectos, abre la posibilidad de que pudieran actuar como agentes de control biológico de plagas claves presentes en dichos sistemas, pudiéndose convertir en un elemento importante de la biodiversidad funcional (Vandermeer y Perfecto 1998), por su papel benéfico, en términos económicos.

En el caso de *H. grandella*, no hay informes sobre hormigas que la depreden, por falta de estudios al respecto. No obstante, si las hubiera, quizás bastaría con diseñar prácticas para su conservación e incremento, ahorrándose los grandes costos implicados en la crianza masiva de insectos entomófagos, la cual es rutinaria en los programas de control biológico inundativo. Dichas prácticas podrían enfocarse hacia el mejoramiento de sus condiciones de hábitat para favorecer el aumento de sus poblaciones, al igual que su eficacia como agentes de control biológico, como se ha hecho exitosamente para otras especies de hormigas en otros sistemas (Huang y Yang 1987, Perfecto y Castiñeiras 1998, Way *et al.* 1998).

El objetivo de esta investigación fue inventariar las especies de hormigas presentes tanto en los arbustos de café como en árboles de cedro (*Cedrela odorata* L.) en plantaciones de café, y evaluar la capacidad de depredación sobre *H. grandella* de las especies más abundantes.

Materiales y métodos

La investigación se efectuó en el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), en Turrialba, Costa Rica. Esta localidad está en la vertiente del Caribe, a 9°52'N, 83°38'O y 590 msnm. Los valores anuales promedio aproximados de precipitación, temperatura y humedad relativa son 2479 mm, 21,7 °C y 87%. Constó de dos fases complementarias: un inventario de hormigas en plantaciones de café y experimentos de depredación, tanto en el laboratorio como en el invernadero.

Inventario de hormigas

Se realizó en julio del 2000, en nueve parcelas comerciales de café localizadas en la estación experimental La Montaña, del CATIE. En todas, además de árboles de poró (*Erythrina poeppigiana*, Fabaceae) había árboles de cedro. Estos fueron trasplantados ocho meses antes, y correspondían a procedencias de México y varios países centroamericanos, como parte del Proyecto de Diversidad Genética Forestal del CATIE.

En cada parcela se seleccionaron de manera arbitraria 20 arbolitos de cedro y 20 arbustos de café ubicados a al menos 2 m de aquellos. Las hormigas se muestrearon mediante trampas (cebo atrayente), adheridas al estrato medio de dichas plantas mediante una tachuela durante 30 min. Las trampas consistieron en un cuadrado blanco de cartón absorbente (28 cm²), que se sumergía desde la víspera en una solución de atún en aceite vegetal.

Las muestras se depositaron individualmente en bolsas plásticas. En el laboratorio, se colocaron en una refrigeradora para inmovilizar las hormigas, que después se transfirieron a frascos con alcohol al 70%. Los especímenes se clasificaron por morfoespecie y, posteriormente, fueron identificados por el Dr. John T. Longino (The Evergreen State College, Olympia, Washington).

Se mantuvieron separados los recuentos en cada tratamiento para contabilizar el número de individuos por morfoespecie, el cual fue necesario para calcular los índices de diversidad y similitud entre ambos componentes del sistema (café y cedro). La diversidad y la similitud de especies se determinaron mediante los índices de Shannon-Wiener y Jaccard, respectivamente (Krebs 1989). Asimismo, se efectuó un análisis de varianza, para lo cual se utilizó una prueba de *t* para muestras independientes (SAS Institute 1988). Se

compararon los tratamientos de arbusto de café frente a árbol de cedro, considerando como repeticiones cada una de las nueve parejas de plantas (café-cedro); la variable de respuesta fue el número de hormigas de cada especie.

Experimentos de depredación

Se evaluó la depredación de las formas inmaduras de *H. grandella* por parte de las dos especies de hormigas más abundantes en el inventario previo (*Solenopsis geminata* y *Pheidole radoszkowski*), así como de *Crematogaster crinosa*, la cual es abundante en árboles de *C. odorata* plantados en el CATIE y podría consumir a *H. grandella*.

Laboratorio

Se utilizó un aparato de escogencia, donde la especie de hormiga evaluada podía elegir entre diferentes tipos de presas. Este consistió en una caja grande de acrílico (40x40x40 cm; cámara central), conectada mediante tubos de plástico transparente (de 70 cm de longitud y 8 mm de diámetro) con cuatro cajas de acrílico más pequeñas (20x20x20 cm; cámaras periféricas) (Fig. 1).

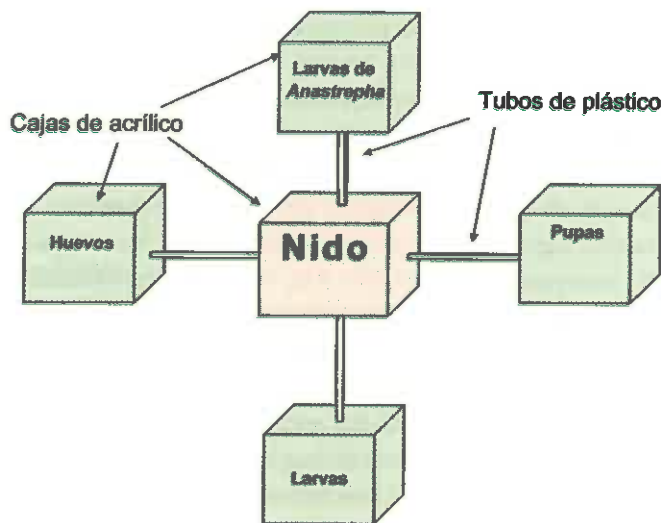


Figura 1. Aparato de escogencia para medir la depredación sobre *Hypsipyla grandella* en el laboratorio.

La cámara central se impregnó en la parte superior con una banda de 2 cm de ancho de pegamento Tanglefoot (The Tanglefoot Co., Michigan) para evitar el escape de las hormigas. Allí se colocó un nido lo más completo posible de la especie de hormiga evaluada (con reinas, hembras vírgenes, machos y obreras) y se colocó aproximadamente un cuarto de onza de azúcar granulada y 10 mL de agua en el nido, diariamente.

El aparato con tales dimensiones se utilizó solamente para *S. geminata*, debido al mayor tamaño de sus nidos. Para las otras especies el tamaño de la cámara central fue de 20x20x20 cm, y como cámaras periféricas se utilizaron recipientes cilíndricos plásticos, también de tamaño menor (5 cm de diámetro y 8,5 cm de altura).

En las cámaras periféricas se colocaron, individualmente, cada uno de los tipos de presas (tratamientos). Estas correspondieron a 10 huevos, larvas (instar III) o pupas de *H. grandella*. En la cuarta caja se colocó el tratamiento testigo, que correspondió a 20 larvas de mosca de la fruta, *Anastrepha striata* (Diptera: Tephritidae), seleccionada por su abundancia en Turrialba y porque su congénere *A. ludens* es depredada por *S. geminata*.

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con cuatro tratamientos (SAS Institute 1988). Cada experimento se repitió cuatro veces y en cada repetición se aleatorizó la distribución de los tratamientos. La variable de respuesta fue el consumo de presas hasta las 48 h de exposición de las mismas.

Invernadero

Se utilizaron árboles de cedro de 1,5 m de altura para que el brote principal fuera accesible. En su base se colocaron nidos de *S. geminata*, *P. radoszkowskii* o *C. crinosa*. Tanto los árboles como los nidos se aislaron, colocándolos sobre un plástico impregnado en su borde externo con Tanglefoot.

Por cada nido se utilizaron dos árboles. En el brote principal de uno de ellos se colocaron cinco huevos y cinco larvas (instar I) de *H. grandella* con un pincel, tomados de una colonia mantenida en el Laboratorio de Entomología del CATIE (Vargas *et al.* 2001). En la otra planta (testigo), los huevos y larvas colocadas en el brote se protegieron mediante un anillo de Tanglefoot alrededor de la base del brote (Fig. 2).

Cada experimento con cada especie de hormiga se hizo en tres nidos diferentes de la misma especie, y en cada nido se hicieron tres repeticiones, cambiando la pareja de plantas una vez terminada la repetición. En cada repetición dentro de un mismo par de plantas se mantuvo el mismo sitio para los tratamientos.

La variable de respuesta fue el consumo de huevos o larvas en un intervalo de 2 h de exposición de éstos. Para el análisis de los datos se empleó una prueba de *t* simple (SAS Institute 1988) contrastando los tratamientos expuestos y aislados del mismo estado: huevos expuestos frente a aislados, y larvas expuestas frente a aisladas, independientemente.



Figura 2. Dispositivo experimental para evaluar la depredación de *Hypsipyla grandella* por hormigas en el invernadero.

Resultados

Inventario de hormigas

Se capturaron 26969 hormigas, pertenecientes a seis especies (Cuadro 1). Del total de individuos, el 59% apareció en los arbustos de café y el 41% en los arbolitos de cedro. Todas las especies aparecieron en ambos componentes, excepto *Monomorium floricola*, que lo hizo solamente en el cedro, aunque esto sucedió en apenas una parcela.

Cuadro 1. Número total de individuos de cada una de las especies de hormigas capturadas en los componentes vegetales de las nueve parcelas de café muestreadas. CATIE, Turrialba, Costa Rica, 2002

Especie	Café	Cedro	Total	
			No.	%
<i>Solenopsis geminata</i>	9095	6312	15407	57
<i>Pheidole radoszkowskii</i>	4789	3497	8286	31
<i>Wasmannia auropunctata</i>	1873	730	2603	10
<i>Rogeria tonduzi</i>	3	440	443	2
<i>Pheidole cocciphaga</i>	180	5	185	1
<i>Monomorium floricola</i>	0	45	45	0,2
Total	15940	11029	26969	100

Las especies dominantes fueron *S. geminata* y *P. radoszkowskii*, que juntas represen-

taron el 88% de los individuos, y resultaron más abundantes en el café que en el cedro, al igual que *Wasmannia auropunctata*. No obstante, las diferencias de abundancia para las dos primeras especies no fueron significativas ($p > 0,05$), como sí lo fueron para *W. auropunctata* ($p < 0,05$). De las especies restantes, *Rogeria tonduzi* y *Pheidole cocciphaga* aparecieron sesgadas hacia uno de los dos componentes, ya que la primera predominó en el cedro y la segunda en el café.

El índice de diversidad en el café fue de 0,42, y de 0,44 en el cedro, mientras que el índice de similitud entre ambos componentes fue de 0,83.

Experimentos de depredación

En el laboratorio, *S. geminata* depredó fuertemente todos los estados de *H. grandella*, con valores de 80-100% (Cuadro 2), en particular las larvas (100%) y huevos (92,5%), en lo cual no difirió del testigo ($p > 0,05$). Tuvo menor preferencia por las pupas, cuyo valor no difirió del obtenido para los huevos ($p > 0,05$). Por su parte, *P. radoszkowskii* causó alta depredación sobre los huevos (70%) y larvas (92,5%), lo cual no difirió del testigo ($p > 0,05$), pero sí de la pupa, en la que fue de apenas 2,5% ($p < 0,05$).

Cuadro 2. Porcentaje promedio ($X \pm s_x$) de depredación de *Solenopsis geminata*, *Pheidole radoszkowskii* y *Crematogaster crinosa* sobre tres estados de *Hypsipyla grandella* y el testigo (larvas de *A. striata*) en experimentos de laboratorio. CATIE. Turrialba, Costa Rica, 2002

Especie	Huevo	Larva	Pupa	<i>A. striata</i>
<i>S. geminata</i>	92,5 ± 17,5 ab	100 ± 0 a	80,0 ± 30,4 b	100 ± 0 a
<i>P. radoszkowskii</i>	70,0 ± 35,6 a	92,5 ± 15 a	2,5 ± 5,0 b	77,5 ± 17,1 a
<i>C. crinosa</i>	92,5 ± 15,0 a	80,0 ± 0 b	0 ± 0 c	0 ± 0 c

Los promedios seguidos por la misma letra no fueron estadísticamente diferentes ($p > 0,05$) entre los tratamientos (estados y testigo). Datos transformados por medio de: arcoseno de la raíz cuadrada de la proporción de éxitos.

Cuadro 3. Porcentaje promedio ($X \pm s_x$) de depredación de *Solenopsis geminata*, *Pheidole radoszkowskii* y *Crematogaster crinosa* sobre tres estados de *Hypsipyla grandella*, utilizando hormigas colocadas en los brotes de cedro, en el invernadero. CATIE. Turrialba, Costa Rica, 2002*

Especie	Huevos expuestos	Huevos aislados	Larvas expuestas	Larvas aisladas
<i>S. geminata</i>	35,6 ± 44,5 a	0,0 ± 0 b	17,8 ± 23,33 a	2,2 ± 6,7 a
<i>P. radoszkowskii</i>	2,2 ± 6,7 a	0,0 ± 0 a	0,0 ± 0 a	0,0 ± 0 a
<i>C. crinosa</i>	2,2 ± 6,7 a	0,0 ± 0 a	6,7 ± 14,1 a	0,0 ± 0 a

Los promedios seguidos por la misma letra no fueron estadísticamente diferentes ($p > 0,05$) entre cada estado (huevos vs. huevos, larvas vs. larvas) para cada especie. Datos transformados por medio de: arcoseno de la raíz cuadrada de la proporción de éxitos.

Finalmente, *C. crinosa* también depredó fuertemente los huevos (92,5%) y larvas (80%), con diferencias entre sí ($p < 0,05$), y de ambas con las pupas y el testigo, en los que no hubo depredación.

En el invernadero, los valores de depredación en general fueron bajos. *S. geminata* causó tasas de depredación de 36% en huevos y 18% en larvas (Cuadro 3), pero solamente en el primer caso hubo diferencias con el testigo ($p < 0,05$). Tanto *P. radoszkowskii* como *C. crinosa* causaron niveles de depredación muy bajos, inferiores al 3% en huevos y al 7% en larvas, los cuales no difirieron del testigo ($p > 0,05$).

Discusión

La dominancia de *S. geminata* y *P. radoszkowskii* en la comunidad de hormigas corrobora los resultados de Barbera *et al.* (2002), quienes capturaron 19 especies de hormigas en cafetales del CATIE, en Turrialba, de las cuales la hormiga brava (*S. geminata*) correspondió al 89% y *P. radoszkowskii* al 7%. Asimismo, en cafetales de Heredia, ubicada en la vertiente del Pacífico de Costa Rica, Perfecto y Snelling (1995) determinaron que *S. geminata* fue la especie dominante, seguida por *P. radoszkowskii*.

Este patrón de dominancia se reflejó en los arbolitos de cedro, lo cual se explica porque fueron trasplantados dentro de los cafetales ya establecidos, donde dichas especies abundan. Esto también explica que el índice de similitud entre ambos componentes fuera tan alto (0,83). Además, el índice de diversidad fue muy parecido entre el café (0,42) y el cedro (0,44), pues la composición de especies fue muy similar entre

ambos. Dicho índice fue levemente mayor en el cedro porque la equidad de especies fue mayor en éste, es decir, la diferencia entre la especie más abundante y la menos abundante, de 6307 individuos, en contraste con el café (9092 individuos).

En cuanto a la capacidad de depredación de las especies de evaluadas, las tres depredaron al menos un estado de *H. grandella*. La mayor depredación fue causada por *S. geminata*, lo cual podría explicarse porque en los experimentos se utilizó un nido más grande, con una población mucho mayor que la de las otras especies, porque sus nidos normalmente son mucho más grandes.

La depredación por parte de las tres especies fue mucho más fuerte en los experimentos de laboratorio, donde el sistema experimental era más simple. En éstos, los niveles promedio de depredación comúnmente alcanzaron valores de 70-100%, mientras que en los experimentos de invernadero, salvo dos excepciones en que se alcanzaron valores bajos (18%) o moderados (36%), nunca se superó el 7%. Estos contrastes podrían explicarse porque en el segundo caso las condiciones de enclaustramiento fueron menores, permitiendo a las hormigas moverse y alimentarse con mayor libertad. Además, mientras que en los experimentos de laboratorio se permitió a las hormigas depredar por 48 h, en las de invernadero dispusieron de apenas 2 h.

Estos resultados podrían sugerir que ellas actuaron como depredadoras de manera forzada y artificial, porque las presas ofrecidas eran el único recurso disponible. Pero, en realidad, esto no es totalmente cier-

to, pues en los experimentos de invernadero tenían la posibilidad de patrullar los arbolitos, sin consumir los estados de *H. grandella*.

Se ha documentado que en condiciones naturales varias de las especies de hormigas evaluadas pueden actuar como depredadoras. Es decir, a pesar de sus hábitos tróficos generalistas (Hölldobler y Wilson 1990, Longino y Hanson 1995), pueden depredar especies de insectos herbívoros y podrían ser útiles en programas de manejo integrado de plagas (MIP) de importancia forestal, como *H. grandella*. Por ejemplo, aunque *S. geminata* se considera como cosechadora de semillas (Longino y Hanson 1995), puede consumir varios tipos de alimento, incluyendo insectos que son plagas agrícolas, como las formas inmaduras de algunos lepidópteros, coleópteros, dípteros y homópteros. Asimismo, *Pheidole* spp. y *Crematogaster* spp. pueden depredar formas inmaduras de coleópteros y hemípteros. De hecho, en experimentos paralelos a los de este estudio, *S. geminata*, *P. radoszkowskii* y *Crematogaster* spp. depredaron huevos, larvas y adultos de la broca del café, *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Scolytidae) (Varón *et al.* 2003).

Way y Khoo (1992) consideran que aunque muchas especies de hormigas son depredadoras generalistas, pueden ser importantes agentes de control biológico, como se ha demostrado para *Oecophylla smaragdina*, *Oecophylla longinoda*, *Dolichoderus thoracicus*, *Formica rufa*, *Azteca* sp., *Wasmania auropunctata*, *Anoplolepis* sp. y *Solenopsis* sp. Asimismo, Perfecto y Castiñeiras (1998) destacan este efecto en *Pheidole megacephala*, *Ectatomma tuberculatum* y *Azteca chartifex*.

No obstante, desde una perspectiva aplicada, además del hecho de ser depredadoras es importante conocer su preferencia por ciertos estados de una plaga, así como la estrategia específica de búsqueda de alimento por parte de cada especie.

Por ejemplo, la pupa de *H. grandella* no fue gustada por ninguna de las especies, exceptuando a *S. geminata*. Ello podría deberse al tamaño de la pupa en relación con el tamaño de las mandíbulas de cada especie, pues las hormigas más grandes tienden a atacar presas más grandes (Way y Khoo 1992). Esto pudo reflejarse en que *S. geminata*, por su mayor tamaño, depredara pupas de *H. grandella*, que son grandes, mientras que las otras especies, de menor tamaño, no lo hicieran. Sin embargo, quizás la poca preferencia por las pupas también podría obedecer a su textura, ya que son muy esclerotizadas, en contraste con los

tejidos blandos de los huevos y larvas. Otro factor posible es la gran cantidad de tejido graso de las pupas, que podría hacerlas menos atractivas para las hormigas.

Asimismo, *S. geminata* prefirió el estado de huevo en el experimento de invernadero, mientras que las otras dos especies no mostraron preferencia alguna. Esto sugiere que habría un potencial importante para el manejo de *H. grandella*, la cual tiene un umbral muy bajo, de apenas una larva por planta de caoba o cedro (Hilje y Cornelius 2001). Asimismo, el ataque a los huevos aportaría una ventaja para el manejo preventivo de este problema, evitando el nacimiento de la larva, ya que una vez que esta penetra en el brote causa el daño. Además, es posible que las hormigas no penetren en el brote atacado, debido al minúsculo tamaño inicial del orificio de penetración y a que la larva va acumulando excremento en forma de un polvo fino en dicho orificio, que la protege de la entrada de sus enemigos naturales. De hecho, la totalidad de la depredación registrada en las pruebas de invernadero aconteció cuando la larva aún no había penetrado en el brote.

No obstante, la mayor depredación de *S. geminata* sobre la mayoría de los estados de *H. grandella* en el laboratorio pudo ser un reflejo de su mayor actividad de búsqueda y su capacidad de reclutamiento, en comparación con las demás especies. Ella mostró gran rapidez de respuesta al encontrar los diferentes estados y, una vez encontrados éstos, el ataque fue casi inmediato. Esto quizás obedece a su mayor capacidad de reclutamiento, el cual es un mecanismo de comunicación que permite atraer a miembros de la misma colonia a sitios donde su trabajo es necesario (Wilson 1971). Aunque *S. geminata* normalmente acude en masa a capturar y defender los recursos encontrados, *P. radoszkowskii* tiene mayor capacidad para encontrar recursos, sobre todo cuando las fuentes de alimento aparecen dispersas y en volúmenes pequeños (Perfecto y Vandermeer 1996).

En cuanto a *C. crinosa*, que causó alta depredación en los huevos y larvas en el laboratorio, mas no en el invernadero, no consumió las larvas de *A. striata*, lo cual sugiere que es una especie menos generalista que las dos anteriores.

En síntesis, existe un potencial de las tres especies de hormigas estudiadas como depredadoras de *H. grandella*, pero en condiciones naturales su capacidad está limitada por varios factores, entre los que sobresale su hábito generalista. No obstante, para compen-

sar esto, se podría recurrir al uso de cebos artificiales cerca del brote terminal de los árboles de cedro o caoba, los cuales estimularían e incrementarían su actividad de reclutamiento y, con ello, la posibilidad de consumir los huevos o los primeros instares larvales de la plaga antes de que causen daño al brote. Esta técnica se ha utilizado con éxito para combatir otras plagas, empleando cebos azucarados o proteicos (Cañas y O'Neil 1998, Sekamatte *et al.* 2001).

Asimismo, para ahorrar esfuerzos logísticos y costos de producción, no sería necesario aplicar este enfoque durante todo el turno de cosecha de los cedros y las caobas, sino únicamente durante el período crítico de protección, que es de 5-8 años, según la zona geográfica (Cibrián *et al.* 1995), durante el cual se puede obtener una troza de valor comercial. Obviamente, debería complementarse con otras tácticas de manejo integrado de plagas actualmente en desarrollo (Hilje y Cornelius 2001), incluyendo el mejoramiento genético, las prácticas silviculturales, el control biológico y el control etológico.

Agradecimientos

A Sheila Garner-Allen, Biff Charlton y Jennifer Corser, miembros del programa de maestros voluntarios del Departamento de Agricultura de EUA (USDA), así como a Claudio Arroyo, Guido Sanabria y Arturo Ramírez (CATIE), por la recolección de datos en el campo y la separación de los especímenes por morfoespecie. A John T. Longino (The Evergreen State College, Olympia, Washington), por la identificación de las especies de hormigas. A Carlos Navarro (Proyecto de Diversidad Genética Forestal, CATIE), por facilitar las parcelas de café. A Gilberto Páez y Gustavo López (CATIE), por su apoyo en aspectos estadísticos.

Literatura citada

- Barbera, N; Hilje L; Hanson, P; Longino, JT; Carballo, M; De Melo, E. 2002. Diversidad de hormigas en sistemas agroforestales contrastantes de café, en Turrialba, Costa Rica. *Agroforestería en las Américas* 9(35-36):75-80.
- Cañas, L; O'Neil, R. 1998. Applications of sugar solutions to maize and the impact of natural enemies on Fall Armyworm. *International Journal of Pest Management* 44(2):59-64.
- Cibrián, D; Méndez, JT; Campos, R; Yates III, HO; Flores, JE. 1995. Insectos forestales de México. Universidad Autónoma de Chapingo- Comisión Forestal de América del Norte (COFAN). Publ. No. 6. 453 p.
- Hilje, L; Cornelius, J. 2001. ¿Es inmanejable *Hypsipyla grandella* como plaga forestal?. *Manejo Integrado de Plagas. Hoja Técnica No. 38.* p. i-iv.
- Hölldobler, B; Wilson, EO. 1990. The ants. The Belknap Press of Harvard University Press. Cambridge, Massachusetts. 571 p.
- Huang, HT; Yang, P. 1987. The ancient cultured citrus ant: A tropical ant is used to control insect pests in Southern China. *Bioscience* 37(9):665-671.
- Krebs, CJ. 1989. *Ecological methodology*. Harper & Row, New York. 654 p.
- Longino, JT; Hanson, PE. 1995. The ants (Formicidae). In Hanson, PE, y Gauld, ID eds. *The Hymenoptera of Costa Rica*. New York. Oxford University Press and The Natural History Museum. p. 589-620.
- Newton, A; Baker, P; Rammarine, S; Mesén, JF; Leakey, RRB. 1993. The mahogany shoot borer. Prospects for control. *Forest Ecology and Management* 57:301-328.
- OTS-CATIE. 1986. *Sistemas agroforestales: Principios y aplicaciones en los trópicos*. OTS-CATIE. San José, Costa Rica. 818 p.
- Perfecto, I; Castiñeiras, A. 1998. Deployment of the predaceous ants and their conservation in agroecosystems. In Barbosa, P. (ed.). *Conservation biological control*. Academic Press, Washington, D.C. p. 269-289.
- _____; Snelling, R. 1995. Biodiversity and the transformation of a tropical agroecosystem: Ants in coffee plantations. *Ecological Applications* 5(4):1084-1097.
- _____; Vandermeer, J; Hanson, P; Cartín, V. 1997. Arthropod biodiversity loss and the transformation of a tropical agro-ecosystem. *Biodiversity and Conservation* 6:935-945.
- SAS. 1988. *SAS language guide for personal computers*. 6.03 ed. SAS Institute Inc. Cary, North Carolina. 558 p.
- Sekamatte, B; Latigo, M; Russell-Smith, A. 2001. The potential of protein- and sugar-based baits to enhance predatory ant activity and reduce termite damage to maize in Uganda. *Crop Protection* 20:653-662.
- Vandermeer, J; Perfecto, I. 1998. Biodiversity and pest control in agroforestry systems. *Agroforestry Forum* 9(2):2-7.
- Vargas, C; Shannon, PJ; Taveras, R; Soto, F; Hilje, L. 2001. Un nuevo método para la cría masiva de *Hypsipyla grandella*. *Hoja Técnica No. 39. Manejo Integrado de Plagas*, 62: i-iv.
- Varón, EH; Hanson, P; Borbón, O; Carballo, M; Hilje, L. 2003. Potencial de hormigas como depredadoras de la broca del café (*Hypothenemus hampei*), en cafetales de Costa Rica. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología* 73:42-50.
- Way, MJ; Khoo, KC. 1992. Role of ants in pest management. *Annual Review of Entomology* 37:479-503.
- _____; Islam, Z; Heong, KL; Joshi, RC. 1998. Ants in tropical, irrigated rice: Distribution and abundance, especially of *Solenopsis geminata* (Hymenoptera: Formicidae). *Bulletin of Entomological Research* 88:467-476.
- Wilson, EO. 1971. *The insect societies*. Cambridge, The Belknap Press of Harvard University Press. Cambridge, Massachusetts. 548 p.

Interação entre *Bacillus thuringiensis* e outros entomopatógenos no controle de *Spodoptera frugiperda*

Ricardo A. Polanczyk¹
Sérgio B. Alves²

RESUMO. Avaliou-se em laboratório a interação de isolados de *Bacillus thuringiensis* com *Beauveria bassiana*, *Heterorhabditis* sp., *Nomurea rileyi* e um vírus de poliedrose nuclear (VPN), no controle da lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda*. Para a realização do bioensaios utilizou-se a concentração de 3×10^8 esporos/mL para os isolados de *B. thuringiensis* (ESALQ 2.4, 3.7 e 8.7); para o nematóide *Heterorhabditis* sp. foram utilizados cerca de 500, 2500 e 7500 juvenis infectivos (JI)/mL; para os fungos *B. bassiana* (isolados ESALQ 1074, 1115, 1117 e 1284) e *N. rileyi* (isolado ESALQ N1) utilizou-se 1×10^8 conídios/mL; e para o VPN foram testados cerca de 48×10^5 e 24×10^6 corpos de inclusões virais (civ)/mL. Para os bioensaios de interação utilizou-se a aplicação seqüencial dos entomopatógenos, com dois dias de intervalo entre os tratamentos. Observou-se que entre *B. thuringiensis* e *Heterorhabditis* sp. ocorreu interação positiva, variando de efeito aditivo a sinergismo subaditivo, de acordo com a concentração do nematóide. Entre *B. thuringiensis* e os fungos entomopatogênicos foi verificada interação negativa (antagonismo) e entre o VPN e *B. thuringiensis* a interação foi negativa e positiva (efeito aditivo), dependendo da concentração do vírus.

Palabras claves: *Bacillus thuringiensis*, *Beauveria bassiana*, *Heterorhabditis* sp., *Nomurea rileyi*, vírus de poliedrose nuclear (VPN).

RESUMEN. Interacción de *Bacillus thuringiensis* y otros entomopatógenos en el control de *Spodoptera frugiperda*. Se evaluó en laboratorio la interacción de aislamientos de *Bacillus thuringiensis* con *Beauveria bassiana*, *Heterorhabditis* sp., *Nomurea rileyi* y un virus de poliedrosis nuclear (VPN), en el control del gusano cogollero, *Spodoptera frugiperda*. En los bioensayos se utilizó una concentración de 3×10^8 esporas/mL para los aislamientos de *B. thuringiensis* (ESALQ 2.4, 3.7 y 8.7); para el nematodo *Heterorhabditis* sp. se utilizaron cerca de 500, 2500 y 7500 juveniles infectivos (JI)/mL; para los hongos *B. bassiana* (aislamientos ESALQ 1074, 1115, 1117 y 1284) y *N. rileyi* (aislamiento ESALQ N1) se utilizó una suspensión de 1×10^8 conidios/mL; y para el VPN se evaluaron cerca de 48×10^5 y 24×10^6 cuerpos de inclusión virales/mL. En los bioensayos de interacción se realizó la aplicación secuencial de los entomopatógenos, con dos días de intervalo entre los tratamientos. Se observó interacción positiva entre *B. thuringiensis* y *Heterorhabditis* sp., variando de efecto aditivo a sinergismo subaditivo, en función de la concentración del nematodo. Entre *B. thuringiensis* y los hongos entomopatógenos se verificó interacción negativa (antagonismo) y entre el VPN y *B. thuringiensis* la interacción fue negativa o positiva (efecto aditivo), dependiendo de la concentración del virus.

Palabras clave: *Bacillus thuringiensis*, *Beauveria bassiana*, *Heterorhabditis* sp., *Nomurea rileyi*, virus de poliedrosis nuclear (VPN).

¹ Laboratório de Entomologia, Centro de Ciências Agrárias – Universidade Federal do Espírito Santo. Alto Universitário s/n. Centro – Alegre (ES). 29500-000. Brasil. ricardo@cca.ufes.br

² Laboratório de Patologia e Controle Microbiano de Insetos. Departamento de Entomologia, Fitopatologia e Zoologia Agrícola (ESALQ – USP), Avenia Pádua Dias, 11. Piracicaba, SP. Brasil. 13418-900. sebalves@esalq.usp.br.

ABSTRACT. Interaction between *Bacillus thuringiensis* and other entomopatogens in the control of *Spodoptera frugiperda*. The interaction between isolates of *Bacillus thuringiensis* with *Beauveria bassiana*, *Heterorhabditis* sp., *Nomuraea rileyi* and a nuclear polyhedrosis virus (NVP) to control *Spodoptera frugiperda* was evaluated in the laboratory. The bioassays used a concentration of 3×10^8 spores/mL for *B. thuringiensis* isolates; 500, 2500 and 7500 infective juveniles per mL for the nematode *Heterorhabditis* sp.; for *B. bassiana* and *N. rileyi* a suspension of 1×10^8 conidia/mL, and for the NVP 48×10^5 and 24×10^6 parasporal inclusion bodies per mL. In the interaction bioassays we carried out a sequential application of entomopatogens, with a two-day interval between treatments. There was a positive interaction between *B. thuringiensis* and *Heterorhabditis* sp., varying from additive effect to subadditive synergism, depending on nematode concentration. Between *B. thuringiensis* and the entomopatogenous fungi the interaction was negative (antagonism), and between the NVP and *B. thuringiensis* it was negative or positive (additive effect), depending on virus concentration

Key words: *Bacillus thuringiensis*, *Beauveria bassiana*, *Heterorhabditis* sp., *Nomuraea rileyi*, nuclear polyhedrosis virus (NPV).

Introdução

A eficácia e especificidade das cepas de *Bt* e suas toxinas no controle de insetos praga, favoreceu a formulação de biopesticidas à base deste patógeno e, desde o primeiro produto lançado na França em 1938, mais de 100 formulações foram colocados no mercado mundial, sendo atualmente responsáveis por mais de 90% do faturamento com bioinseticidas. O continente americano é responsável por 50% deste mercado, principalmente os Estados Unidos e Canadá e a América Latina representa apenas 8 a 10% do total (Tamez-Guerra *et al.* 2001).

Na América Latina, Cuba e México lideram a utilização de bioinseticidas à base de *Bt* contra várias pragas na cultura do algodão, banana, batata, citros, hortaliças, fumo, milho, pastagens. Estes são os únicos países que tem produção própria destes biopesticidas, tornando-os competitivos em relação aos produtos químicos (Tamez-Guerra *et al.* 2001).

No Brasil utilizam-se produtos à base de *Bt* para o controle de cerca de 30 pragas de importância agrícola, porém a área total em que estes produtos são aplicados é apenas a terça parte do México e semelhante à de Cuba, ou seja, cerca de 150.000 hectares (Souza 2001). As principais limitações são o elevado custo, a concorrência com produtos químicos e a falta de investimentos dos setores público e privado, no desenvolvimento e formulação destes produtos (Alves 1998a).

Dentre as pragas de grande importância agrícola no Brasil, a lagarta-do-cartucho ocupa lugar de destaque, pois ataca algodão, alfafa, amendoim, arroz, aveia, batata, batata doce, cana-de-açúcar, hortaliças, milho, soja e trigo, sendo mais comum em gramíneas. Já na década de 20 foi relatada a presença desta praga em vários Estados brasileiros, causando severos danos

em algumas culturas (Leiderman & Sauer 1953). Segundo Cruz *et al.* (1999), as perdas causadas pela lagarta-do-cartucho no Brasil atingem cerca de US\$ 40 milhões por ano.

Em estudos iniciais, o *Bt* foi considerado pouco eficiente no controle de *S. frugiperda*. Porém, mais recentemente, com os avanços proporcionados por novas técnicas laboratoriais e maior interesse dos pesquisadores, resultados positivos foram obtidos (Hernandez 1988, Bohorova *et al.* 1996, Dias *et al.* 1999, Silva-Werneck *et al.* 2000, Arango *et al.* 2002, Uribe *et al.* 2003).

Uma forma de incrementar a eficácia de entomopatógenos é utilizá-los em conjunto com inseticidas ou outros agentes de controle biológico. A interação entre inseticidas convencionais e produtos formulados com *Bacillus thuringiensis* (*Bt*) foi amplamente estudada e, em alguns casos, foram obtidos resultados satisfatórios (Benz 1971). Esta interação baseia-se no princípio de que o inseticida convencional atua como agente estressante do inseto, levando-o a adquirir ou ativar doenças infecciosas, tornando-o mais suscetível às toxinas do *Bt*.

Mais recentemente, o estudo da interação de bioinseticidas à base *Bt* e outros entomopatógenos ganhou mais ênfase (Glare & O'Callaghan 2000). A compatibilidade com outros bioinseticidas ou com agentes naturais de controle é importante no desenvolvimento de estratégias que utilizam entomopatógenos em programas de Manejo Integrado de Pragas (Gardner *et al.* 1984). É essencial, nestes casos estudar as interações potenciais, principalmente para viabilizá-las economicamente e também para avaliar seu impacto sobre o ambiente. Porém, o estudo destas interações tem um elevado grau de complexidade e as respostas sinérgi-

cas são raras, mesmo em laboratório (Koppenhöfer & Kaya 1997). As mesmas dificuldades, até em maior grau, são observadas em campo.

Apesar destas dificuldades, alguns estudos de laboratório avaliaram o sinergismo de *Bt* com outros entomopatógenos. Koppenhöfer *et al.* (1999), Koppernhofer & Kaia (1997) e Shamseldean & Ismail (1997) estudam o efeito da interação do nematóide entomopatogênico *H. bacteriophora* e *Steinernema glaseri* com *Bt*, e observaram efeito sinérgico para *Cyclocephala hirta*, *C. pasadenae* e *Agrotis ipsilon*, respectivamente. A interação de vírus entomopatogênicos com *Bt* para o controle de espécies-praga é o caso mais estudado de interação entre entomopatógenos, envolvendo principalmente o controle de *Heliothis virescens*, *Spodoptera* spp. e *Trichoplusia ni* (Glare & O'Callaghan 2000), porém os exemplos de interação envolvendo *S. frugiperda* são raros (López-Lastra *et al.* 1995). Estudos que avaliam as interações de *Bt* com fungos entomopatogênicos são escassos (Ignoffo *et al.* 1980, El-Maghraby *et al.* 1988, Lewis & Bing 1991) e apresentam resultados variáveis.

Com a finalidade de gerar mais informações sobre a interação de *Bt* com outros entomopatógenos, este trabalho incluiu dois fungos entomopatogênicos (*Beauveria bassiana* e *Nomureae rileyi*), um vírus de poliedrose nuclear (VPN) e um nematóide entomopatogênico (*Heterorhabditis* sp.), principalmente, pela sua reconhecida eficiência no controle da lagarta-do-cartucho, como será visto a seguir.

B. bassiana tem ampla distribuição geográfica, é mais freqüente em insetos e em amostras de solo, sendo encontrado no campo em coleópteros, lepidópteros, hemípteros, dípteros, himenópteros e ortópteros. A infecção pode ocorrer por via oral, pelo tegumento ou pelo espiráculo, sendo que 12 horas após o contato com o inseto, ocorre a germinação dos conídios. Decorridas 72 horas, o inseto pode ser totalmente colonizado, advindo à morte em função da falta de nutrientes e do acúmulo de substâncias tóxicas. As condições favoráveis para o desenvolvimento da doença são umidade relativa em torno de 90% e temperatura entre 23 e 28 °C. O outro fungo, *Nomureae rileyi*, ocorre naturalmente sobre coleópteros, ortópteros e, principalmente lepidópteros. Este patógeno penetra no inseto via oral ou pelo tegumento, sendo que a germinação pode ocorrer em 12 horas e a invasão da hemocele em 24 horas. A colonização e morte do hospedeiro ocorrem entre 3 a 5 dias e 6 a 7 dias, respectivamente (Alves 1998b).

Em relação à *B. bassiana*, embora no Brasil os

relatos não sejam muitos (Castanheira *et al.* 1993), trabalho desenvolvido França *et al.* (1989) mostra o potencial deste patógeno para controlar a lagarta-do-cartucho. Além desses trabalhos, Chonay (1988), Lecuona (1999) e Lezama *et al.* (1996) relataram a alta virulência deste fungo para a lagarta-do-cartucho na Guatemala, México e Argentina, respectivamente. A eficiência de *N. rileyi* no controle de *S. frugiperda* foi relatada no exterior por Gladstone (1989), Lezama *et al.* (1996), Lecuona (1999), sendo que no Brasil também existem vários relatos (Habib & Patel 1990; Moscardi *et al.* 1992).

No Brasil, a ocorrência de um vírus de poliedrose nuclear (VPNSf) em *S. frugiperda* foi constatada em 1978 (Gerk *et al.* 1997), sendo que Moscardi (1998) ressalta o potencial deste VPN para o manejo dessa praga. Além disso, esse patógeno é inócuo ao meio e favorece o desenvolvimento de populações de inimigos naturais. Por esses motivos foi o terceiro entomopatógeno a ser incluído neste trabalho.

Os baculovírus englobam o grupo de vírus mais estudados e utilizados como bioinseticida. Esse entomopatógeno têm como principal rota de infecção a ingestão de alimento contaminado, com a subsequente liberação das partículas virais nas células epiteliais do intestino médio, causando a morte do inseto em poucos dias (Ribeiro *et al.* 1999). A fase larval é a mais suscetível à infecção, e o inseto pode ser contaminado por meio dos ovos, espiráculos, inimigos naturais, ou mais comumente pela via oral. O aparecimento dos sintomas e a morte do inseto dependem de diversos fatores, como: idade do inseto, virulência do isolado e das condições climáticas (Valicente & Cruz 1991).

Os nematóides entomopatogênicos são organismos com grande potencial e ainda pouco explorados, destacando-se os gêneros *Steinernema*, *Heterorhabditis* e *Neosteinernema*. Espécies de *Heterorhabditis* têm como características favoráveis: capacidade de locomoção no solo à procura de hospedeiros, ampla gama de hospedeiros, o que auxilia na sua sobrevivência em campo, não são patogênicos a inimigos naturais e podem ser multiplicados tanto *in vivo* como *in vitro*. Na fase de juvenis infectivos os nematóides encapsulam células da bactéria simbiótica e têm o trato digestivo desativado. Nesta fase estão aptos a suportar condições ambientais adversas, enquanto localizam um novo hospedeiro. Quando isso ocorre, invadem o corpo do inseto através de aberturas naturais, ou até mesmo através da

cutícula intacta. Ao alcançarem a cavidade do corpo, liberam na hemolinfa células da bactéria simbiótica, as quais multiplicam-se rapidamente e matam o inseto por septicemia em aproximadamente 24 a 48 horas. Então os nematóides se desenvolvem, alimentando-se da bactéria e alcançam o estágio adulto (Ferraz 1998).

Molina-Ochoa *et al.* (1996) estudaram a eficiência de diferentes espécies de nematóides entomopatogênicos para *S. frugiperda*, e constataram que *H. bacteriophora* foi mais eficaz para a fase larval, causando 65% de mortalidade em lagartas de segundo ínstar.

Koppenhöfer *et al.* (1999) e Koppenhöfer & Kaya (1970) ressaltam que o efeito sinérgico entre os nematóides entomopatogênicos e *Bt japonensis*, para o controle de *C. hirta* e *C. pasadenae*, tanto em casa de vegetação como em campo, foi maior quando os entomopatogênicos foram aplicados em sequência, com intervalo de sete dias entre a aplicação dos tratamentos, e que os estágios mais suscetíveis dos insetos são os primeiros ínstar larvais. Os autores afirmam que as larvas inoculadas com *Bt japonensis* estressam devido à presença do patógeno, ficando mais suscetíveis à ação do nematóide, posteriormente aplicado.

Na América Latina, a empresa Probioma (Bolívia) comercializa *Heterorhabditis* spp. com o nome comercial Probione para o controle de *Spodoptera* sp., *Plutella xylostella*, *Trichoplusia ni*, *Pseudoplusia includens*, *Diaphania hyalinata*, *Leptophobia* sp., *Phyllophaga* sp., *Diabrotica* sp., *Agrotis* sp., *Cylas formicarius*, *Euscepes* sp., *Cosmopolites sordidus*, *Pachnaeus litus*, *Hypothenemus hampei* e Pseudococcidae em cerca de 20 culturas. Além da alta eficiência este nematóide não apresenta efeito sobre insetos polinizadores; tem capacidade de reproduzir-se em campo nos insetos que parasita, portanto apresenta um controle duradouro; pode ser utilizado em conjunto com outras medidas de controle biológico; é capaz de se movimentar no solo para encontrar o hospedeiro; pode ser aplicado por meios convencionais e pode ser utilizado na agricultura orgânica. A aplicação deste nematóide é feita com esponjas (40/ha), sendo que cada esponja contém cerca de 3 milhões de nematóides. Poinar (1971), resalta que fatores físicos do solo podem influenciar a eficiência dos nematóides entomopatogênicos. Entre estes fatores, o autor afirma que a alta umidade do solo é essencial para a longevidade satisfatória destes nematóides.

Neste trabalho, avaliou-se em laboratório o efeito da interação dos fungos entomopatogênicos *B.*

bassiana e *N. rileyi*, de um vírus de poliedrose nuclear de *S. frugiperda* (VPNSf) e do nematóide entomopatogênico *Heterorhabditis* sp. com isolados de *Bt* no controle de *S. frugiperda*.

Material e métodos

Testes de patogenicidade de *Bt* para *Spodoptera frugiperda*

Para os testes de interação com outros entomopatogênicos foram utilizados 3 isolados (ESALQ 2.4, 3.7 e 8.7) de *Bt* previamente selecionados para *S. frugiperda*, pertencentes ao Banco de Patógenos do Laboratório de Patologia e Controle Microbiano de Insetos, ESALQ (USP), Piracicaba-SP (Brasil). Estes isolados foram selecionados pois causaram mortalidade acima de 50% para a lagarta-do-cartucho em trabalhos anteriores.

Para os testes de interação estes isolados foram multiplicados em meio de cultura BHI (Infusão de Cérebro e Coração – Caldo BHI da AZ Labor) a 28 °C, e 180 rpm por 76 horas para um crescimento padrão dos mesmos. Após a lise bacteriana, a mistura contendo esporos, cristais e células vegetativas foi submetida a três centrifugações consecutivas (5.000 rpm por 20 minutos), a fim de eliminar o meio de cultura e lavar o concentrado obtido, eliminando toxinas extra-celulares como as β -exotoxinas.

Após a multiplicação do isolado, uma alíquota de 1 mL foi diluída 1000 vezes em água destilada esterilizada, e a concentração de esporos foi determinada conforme método descrito por Alves & Moraes (1998). Para os bioensaios, uma alíquota de 100 μ L de suspensão de *Bt* na concentração de 3×10^8 esporos/mL, foi aplicada na superfície do disco de dieta artificial (Burton & Perkins 1972), previamente distribuída em placas de acrílico. Após a evaporação do excesso de água, 1 lagarta de segundo ínstar foi colocada na superfície de cada recipiente contendo a dieta com *Bt*. Os insetos foram individualizados (1 por recipiente) devido ao hábito canibal do inseto. Foram utilizadas 45 lagartas, distribuídas em 3 repetições em cada tratamento. No lote correspondente à testemunha foi aplicada água destilada e esterilizada, em volume equivalente aos lotes tratados. A criação dos insetos para realização dos bioensaios foi feita no Laboratório de Resistência de Plantas a Insetos, onde as lagartas foram alimentadas em dieta artificial de Burton & Perkins (1972) e os adultos com solução de açúcar 10%.

Avaliação da interação de *Bt* com outros entomopatógenos para o controle de *Spodoptera frugiperda*
Avaliação da interação do nematóide entomopatogênico (*Heterorhabditis* sp.) e *Bt*

O nematóide foi isolado de amostra de solo procedente de campo de citros na região de Itapetininga-SP. Para manutenção e utilização nos bioensaios o mesmo foi produzido *in vitro* pelo método da esponja (Bedding 1981) no Instituto Biológico em Campinas - SP.

Os bioensaios foram realizados no Laboratório de Patologia e Controle Microbiano de Insetos (ESALQ-USP). A câmara de Peters foi utilizada para a determinação das concentrações de cerca de 500, 2500 e 7500 juvenis infectivos (JI)/mL, o que corresponde à aproximadamente 10^8 , 5×10^8 e $1,6 \times 10^9$ JI /ha. Para obter estes valores, utilizou-se uma suspensão preparada a partir da esponjas utilizadas na criação do nematóide. Estes valores são utilizados para estudos laboratoriais visando ao controle de larvas do besouro da raiz dos citros (*Naupactus* sp.) (Leite *et al.* 2003) e serviram de referência na condução destes bioensaios. Cada concentração foi aplicada sobre papel filtro colocado no interior de placa de Petri plástica (5,0 x 1,5 cm), utilizando-se 45 placas por tratamento, divididas em 3 repetições. Na testemunha foi utilizada água destilada esterilizada, adaptado de Molina-Ochoa *et al.* (1996). Após a aplicação dos tratamentos as lagartas de segundo instar foram individualizadas no interior das placas.

Nos bioensaios de interação, as lagartas foram inicialmente submetidas à inoculação com *Bt*, e dois dias após foram transferidas para placas contendo os nematóides. Conforme Gardner *et al.* (1984) e Jaques & Morris (1981), a aplicação sequencial dos tratamentos em estudos de interação de entomopatógenos tem maior probabilidade de êxito. Além disso, esta transferência foi necessária devido aos diferentes substratos utilizados nos experimentos.

Avaliação da interação entre fungos entomopatogênicos (*B. bassiana* e *N. rileyi*) x *Bt*

Para *B. bassiana* foram testados os isolados 1074, 1115, 1117 e 1284, pertencentes ao Banco de Entomopatógenos do Laboratório de Patologia e Controle Microbiano de Insetos (ESALQ-USP). O isolado de *N. rileyi* (ESALQ N1), utilizado nos experimentos foi obtido durante coleta de lagartas na área experimental do Departamento de Entomologia, Fitopatologia e Zoologia Agrícola (ESALQ-USP).

Para os fungos entomopatogênicos, foram testadas 45 lagartas de segundo instar da população de São Paulo,

distribuídas em 3 repetições e uma testemunha. Para a realização dos bioensaios o isolado foi repicado e multiplicado em meio de cultura M.C. (0,18 g KH_2PO_4 , 0,525 g Na_2HPO_4 , 0,30 g MgSO_4 , 0,50 g KCl, 5,0 g Glicose, 0,79 g NaNO_3 , 2,5 g extrato de levedura, 10 g g ágar, 1 L água destilada). Uma suspensão de 100 μL do patógeno, na concentração de 1×10^8 conídios/mL (utilizada para discriminar isolados patogênicos), foi aplicada na superfície do disco de dieta artificial (Burton & Perkins 1972), previamente distribuída em placas de acrílico (35 mm de diâmetro). Após a evaporação do excesso de umidade, as lagartas foram acondicionadas individualmente. No lote correspondente a testemunha foi aplicada água destilada e esterilizada, em volume equivalente aos lotes tratados.

Assim como nos bioensaios envolvendo *Bt* e *Heterorhabditis* sp., neste caso a aplicação dos tratamentos foi realizada com dois dias de intervalo, sendo inicialmente aplicado o *Bt* e, posteriormente os fungos entomopatogênicos.

Avaliação da interação entre *Virus de Poliedrose Nuclear de S. frugiperda* (VPNSf) x *Bt*

O vírus de Poliedrose Nuclear (VPNSf) foi obtido junto a Embrapa de Milho e Sorgo (Sete Lagoas - MG). Para a realização dos testes foram utilizadas 45 lagartas de segundo instar de *S. frugiperda*. Foram utilizadas as concentrações de 48×10^5 e 24×10^6 corpos de inclusões virais (civ)/mL, correspondentes à $2,5 \times 10^{11}$ e $1,25 \times 10^{12}$ cip/ha (Cruz *et al.* 1996), na formulação de pó molhável. Um alíquota de 0,1 mL destas concentrações foi aplicada sobre a superfície da dieta artificial (Burton & Perkins 1972).

Assim como no bioensaio de interação anterior, neste caso a aplicação dos tratamentos foi realizada com dois dias de intervalo, sendo inicialmente aplicado o *Bt* e, posteriormente o vírus.

Em todos os bioensaios, o acondicionamento do material foi feito em câmara incubadora tipo B.O.D., regulada para $25 \pm 0,5$ °C, $65 \pm 10\%$ de UR e 12 horas de fotofase. Os tratamentos foram avaliados diariamente até o 8º dia (*Bt* e nematóide e sua interação) e 12º dia (fungos, vírus e sua interação com *Bt*) após a aplicação.

Análise e interpretação dos dados

A mortalidade foi corrigida conforme Abbott (1925) e para avaliação do grau de interação entre os entomopatógenos foi adaptada terminologia utilizada por Benz (1971):

1 - Sinergismo independente: é um sistema onde os dois componentes atuam de maneira indepen-

dente, sem interferência entre eles. A mortalidade (%) resultante deste sinergismo pode ser expressa por: $A_{1+2} = A_1 + A_2(1 - A_1/100)$, onde: A_1 e A_2 correspondem a mortalidade causada pelos agentes 1 e 2, respectivamente.

- 2 - Sinergismo suplementar: é um sistema com dois componentes efetivos que em conjunto produzem um efeito maior que a soma algébrica dos efeitos independentes ($A_{1+2} > A_2 + A_1$).
- 3 - Sinergismo subaditivo: é um sistema onde os dois componentes atuando em conjunto produzem um efeito maior que o sinergismo independente, porém menor que a soma algébrica dos dois efeitos individuais.
- 4 - Efeito aditivo: é um sistema onde os dois componentes atuando em conjunto produzem um leve incremento no seu efeito, em relação a atuação dos componentes individuais, porém insuficiente para ser considerado sinergismo.
- 5 - Antagonismo: é um sistema onde a interação dos elementos produz um efeito menor do que suas atuações individuais. Neste caso a interação é considerada negativa, enquanto que nos outros quatro exemplos, acima citados, é considerada positiva.

Resultados e discussão

Interação do nematóide entomopatogênico (*Heterorhabditis* sp.) e *Bt*

No estudo da interação entre os isolados de *Bt* e o nematóide entomopatogênico *Heterorhabditis* sp., verificou-se interação positiva entre os isolados de *Bt* testados e as concentrações do nematóide (Tabela 1). Para os isolados ESALQ 2.4 e 8.7 o aumento da concentração do nema-

tóide determinou a efeito sinérgico entre os entomopatogênicos, uma vez que o sinergismo subaditivo somente foi obtido na maior concentração deste, enquanto que nas demais foi observado efeito aditivo. Para o isolado ESALQ 3.7 foi possível apenas determinar que houve interação positiva entre este isolado e o nematóide, em todas as concentrações. Este fato se deve a alta mortalidade individual causada pelos agentes envolvidos. Em geral, este elevado grau de interação positiva pode se explicado, em parte, pela rápida ação destes dois patógenos (Baur *et al.* 1998, Knowles 1994).

Em relação à alta atividade do nematóide para a lagarta-do-cartucho (60-80% de mortalidade), estes dados corroboram com os obtidos por Molina-Ochoa *et al.* (1996), que estudando a eficiência de diferentes espécies de nematóides para *S. frugiperda*, verificou que *H. bacteriophora* na concentração de 100 nematóides/mL, causou mortalidade de 64,7% em lagartas desta espécie.

Heterorhabditis spp. associam-se à bactérias, com as quais estabelecem relação mutualística, oferecendo proteção à bactéria fora do corpo do hospedeiro e transportando seus vetores, do cadáver de um inseto, ao hemoceoloma de outro. Já as bactérias servem de alimento aos nematóides, provendo-lhes meio nutritivo adequado ao desenvolvimento e à reprodução (Ferraz 1998).

O processo infectivo destes entomopatogênicos ainda não foi totalmente elucidado (Ribeiro *et al.* 1999), porém o cadáver fica então tomado por verdadeira "sopa bacteriana", ou seja, um meio rico em nutrientes constituído pelas bactérias e por tecidos já desorganizados do inseto, a partir do qual os nematóides alimentam-se e desenvolvem-se.

Tabela 1. Interação entre *Bacillus thuringiensis* (ESALQ 2.4, 3.7 e 8.7) e o nematóide *Heterorhabditis* sp. (10^8 , 5×10^8 e $1,6 \times 10^9$ juvenis infectivos/ha) no controle de lagartas de segundo ínstar de *Spodoptera frugiperda*

Entomopatogênicos	Mortalidade corrigida (%)	Tipo de interação
ESALQ 2.4	55,00 ± 4,0	-
ESALQ 3.7	82,00 ± 3,0	-
ESALQ 8.7	62,00 ± 4,5	-
Nematóide 1 (10^8 JI/ha)	66,66 ± 3,0	-
Nematóide 2 (5×10^8 JI/ha)	80,00 ± 2,5	-
Nematóide 3 ($1,6 \times 10^9$ JI/ha)	80,00 ± 7,0	-
ESALQ 2.4 x nematóide 1	77,00 ± 9,5	efeito aditivo
ESALQ 2.4 x nematóide 2	100	sinergismo subaditivo
ESALQ 2.4 x nematóide 3	100	sinergismo subaditivo
ESALQ 3.7 x nematóide 1	97,50 ± 4,0	interação positiva
ESALQ 3.7 x nematóide 2	91,00 ± 2,0	interação positiva
ESALQ 3.7 x nematóide 3	100,00	interação positiva
ESALQ 8.7 x nematóide 1	79,00 ± 1,5	efeito aditivo
ESALQ 8.7 x nematóide 2	97,00 ± 3,0	efeito aditivo
ESALQ 8.7 x nematóide 3	100,00	sinergismo subaditivo

Quando os dois microrganismos são aplicados ao mesmo tempo, o nematóide afeta menos as larvas, pois uma proporção destas conseguem resistir ao seu ataque utilizando mecanismos fisiológicos e estruturais defensivos. Além do mais, durante esta defesa a larva cessa sua alimentação, ingerindo menos *Bt*, reduzindo significativamente o efeito deste patógeno (Benz 1971; Ribeiro *et al.* 1999). Portanto, nesta interação, o estresse inicial causado pelo *Bt* é essencial para que ocorra interação positiva (efeito aditivo ou sinergismo) entre os agentes de controle, assim como foi observado por (Koppenhöfer *et al.* 1999 e Koppenhöfer & Kaya 1970). O intervalo de dois dias entre a aplicação dos tratamentos nos bioensaios realizados no presente estudo, foi suficiente para favorecer o efeito sinérgico entre os tratamentos.

A defesa dos insetos aos nematóides inclui: supressão pelas células responsáveis pela primeira linha de defesa (hemócitos), inibição causada pelos peptídeos antibacterianos produzidos pelo inseto e supressão pela atividade da feniloxidasas (substâncias antimicrobianas). O modo como estes mecanismos de defesa atuam ainda não foi totalmente esclarecido, mas estes compõem uma série de respostas fisiológicas complexas, cuja intensidade varia de acordo com o hospedeiro e o patógeno envolvidos (Ribeiro *et al.* 1999).

Tabela 2. Interação entre *Bacillus thuringiensis* (ESALQ 2.4, 3.7 e 8.7) e fungos entomopatogênicos (*Beauveria bassiana* 1074, 1115, 1117 e 1284; *Nomuraea rileyi* ESALQ N1) para o controle de lagartas de segundo instar de *Spodoptera frugiperda*

Entomopatógenos	Mortalidade corrigida (%)	Tipo de interação
ESALQ 2.4	53,00 ± 5,0	+
ESALQ 3.7	80,00 ± 6,4	++
ESALQ 8.7	61,00 ± 7,1	-
<i>Beauveria bassiana</i> 1 (1074)	30,00 ± 5,2	-
<i>Beauveria bassiana</i> 2 (1115)	33,00 ± 3,7	+
<i>Beauveria bassiana</i> 3 (1117)	45,00 ± 2,5	++
<i>Beauveria bassiana</i> 4 (1284)	40,00 ± 4,5	++
<i>Nomuraea rileyi</i> (ESALQ N1)	33,00 ± 4,5	++
ESALQ 2.4 x <i>Beauveria bassiana</i> 1	43,00 ± 3,2	antagonismo
ESALQ 2.4 x <i>Beauveria bassiana</i> 2	33,00 ± 2,0	antagonismo
ESALQ 2.4 x <i>Beauveria bassiana</i> 3	38,00 ± 3,0	antagonismo
ESALQ 2.4 x <i>Beauveria bassiana</i> 4	41,00 ± 3,0	antagonismo
ESALQ 3.7 x <i>Beauveria bassiana</i> 1	43,50 ± 4,5	antagonismo
ESALQ 3.7 x <i>Beauveria bassiana</i> 2	29,00 ± 3,0	antagonismo
ESALQ 3.7 x <i>Beauveria bassiana</i> 3	53,00 ± 4,0	antagonismo
ESALQ 3.7 x <i>Beauveria bassiana</i> 4	47,00 ± 5,0	antagonismo
ESALQ 8.7 x <i>Beauveria bassiana</i> 1	49,00 ± 7,0	antagonismo
ESALQ 8.7 x <i>Beauveria bassiana</i> 2	57,00 ± 2,0	antagonismo
ESALQ 8.7 x <i>Beauveria bassiana</i> 3	54,00 ± 3,0	antagonismo
ESALQ 8.7 x <i>Beauveria bassiana</i> 4	58,00 ± 3,0	antagonismo
ESALQ 2.4 x ESALQ N1	40,00 ± 3,5	antagonismo
ESALQ 3.7 x ESALQ N1	42,00 ± 4,0	antagonismo
ESALQ 8.7 x ESALQ N1	45,00 ± 5,0	antagonismo

Embora neste trabalho tenha sido observado sinergismo entre os isolados de *Bt* e *Heterorhabditis* sp., o mesmo não foi verificado com o nematóide entomopatogênico *Steinernema carpocapse* e *Bt kurstaki* no controle da traça-das-crucíferas (*Plutella xylostella*). Ao contrário, Baur *et al.* (1999) verificaram efeito antagônico entre estes dois patógenos para uma linhagem de *P. xylostella* resistente a *Bt*.

Isto mostra que existe uma série de fatores que influenciam o sucesso de da interação entre *Bt* e nematóides entomopatogênicos. Talvez a mais importante delas seja a agressividade do nematóide, pois este desencadeia uma série de eventos comportamentais no inseto que determinam sua suscetibilidade ao outro patógeno envolvido na interação.

Fungos entomopatogênicos (*Beauveria bassiana* e *Nomuraea rileyi*) x *Bt*

A interação entre os isolados e os fungos entomopatogênicos resultou em antagonismo entre os agentes de controle. Este efeito antagônico foi mais severo entre os isolados ESALQ 2.4 e ESALQ 3.7, pois o efeito da interação foi menor do que a atividade individual destes isolados, indicando que, neste caso, os fungos inibiram a ação do *Bt*. O mesmo efeito foi observado para o isolado ESALQ 8.7, porém em menor intensidade (Tabela 2).

A inibição da ação do *Bt*, pode ser devida à diminuição da ingestão do alimento com *Bt* quando o fungo é inoculado no inseto, devido ao início de uma série de reações fisiológicas envolvidas no mecanismo de defesa do inseto, assim como foi verificado para a interação *Heterorhabditis* sp. e *Bt*. Outra explicação pode ser a competição entre os entomopatógenos pelo hospedeiro (Glare & O'Callaghan 2000).

O *Bt* que atua por ingestão têm sua ação inicialmente limitada ao aparelho digestivo do inseto, porém com a redução do pH intestinal, causada pela ação das toxinas Cry, os esporos disseminam-se pelo corpo do inseto, causando contaminação generalizada (Glare & O'Callaghan 2000). É neste momento que pode ocorrer a competição com os fungos entomopatogênicos, durante a colonização do hospedeiro pelos fungos, quando suas estruturas envolvidas neste processo encontram os esporos do *Bt*. A colonização do fungo ocorre após a penetração do tegumento do inseto e caracteriza-se pelo engrossamento da hifa que penetra no hospedeiro e sua ramificação, inicialmente no tegumento e posteriormente na hemocele do hospedeiro (Alves 1998).

Com relação a ação destes fungos sobre a lagarta-do-cartucho, Gardner & Fuxa (1980) e Gardner *et al.* (1984) observaram mortalidade semelhante (30 a 45%) em estudos de laboratório. Os autores ressaltam que embora estes microrganismos sejam freqüentemente encontrados infectando lagartas no campo, sua virulência é reduzida, sendo necessária a realização de bioensaios de seleção para a obtenção de um isolado mais eficaz.

Resultados semelhantes na interação entre *B. bassiana* e *Bt* foram verificados por El-Magharaby *et al.* (1988). Os autores observaram o antagonismo entre os patógenos no sistema parasitóide x hospedeiro, *Microplitis/Spodoptera*. Segundo os autores, esta interação negativa, é resultante da incompatibilidade entre os microrganismos.

De acordo com Krieg (1971), estudos realizados com o objetivo de utilizar *B. bassiana* e *Bt* no controle de ortópteros e coleópteros, obtiveram resultados pouco satisfatórios. Do mesmo modo, Lewis & Bing (1991), realizaram um programa em campo para o controle de *Ostrinia nubilalis* utilizando-se *Bt kurstaki* e *B. bassiana*. Os autores não observaram efeito positivo ou negativo quando aplicaram os dois tratamentos ao mesmo tempo, sendo que os resultados foram altamente satisfatórios nas combinações testadas. Os resultados da literatura aqui citados e os obtidos neste trabalho indicam que a interação entre fungos e *Bt* pode resultar em efeitos variáveis. Provavelmente, esta variação está ligada à variação entre as subespécies e/ou toxinas e também à espécie de inseto com a qual foram realizados os testes.

Interação de um Vírus de Poliedrose Nuclear de *S. frugiperda* (VPNSf) x *Bt*

Neste estudo a interação entre os agentes de controle variou de positiva (efeito aditivo) a antagonista (negativa) (Tabela 3). Entre os isolados ESALQ 2.4 e ESALQ 8.7 e a maior concentração do vírus foi observado um leve efeito aditivo, enquanto que nos demais casos foram verificados efeitos antagonistas. Neste caso fica claro que o sucesso da interação depende da concentração do vírus, sendo que, aparentemente, quanto maior a concentração maior a possibilidade de interação positiva.

A infecção das lagartas pelo baculovirus ocorre pela ingestão de alimento contaminado com corpos de inclusão virais, que são solubilizados no intestino médio do inseto, liberando os vírions. Estes infectam as células epiteliais em cujos núcleos, os vírus se replicam, resultando num segundo tipo viral com a capacidade de infectar outros tecidos, como a hemolinfa e através

Tabela 3. Interação entre *Bacillus thuringiensis* (ESALQ 2.4, 3.7 e 8.7) e um vírus de poliedrose nuclear ($2,5 \times 10^{11}$ e $1,25 \times 10^{12}$ poliedros/ha) para o controle de lagartas de segundo instar de *Spodoptera frugiperda*

Entomopatógenos	Mortalidade corrigida (%)	Tipo de interação
ESALQ 2.4	59,00 ± 4,0	-
ESALQ 3.7	87,00 ± 3,5	-
ESALQ 8.7	64,00 ± 2,0	-
VPNSf 1 ($2,5 \times 10^{11}$ poliedros/ha)	75,00 ± 3,0	-
VPNSf 2 ($1,25 \times 10^{12}$ poliedros/ha)	66,00 ± 3,5	-
ESALQ 2.4 x VPNSf 1	60,00 ± 4,0	antagonismo
ESALQ 2.4 x VPNSf 2	68,00 ± 2,5	efeito aditivo
ESALQ 3.7 x VPNSf 1	66,50 ± 3,0	antagonismo
ESALQ 3.7 x VPNSf 2	79,00 ± 5,0	antagonismo
ESALQ 8.7 x VPNSf 1	58,00 ± 6,0	antagonismo
ESALQ 8.7 x VPNSf 2	77,00 ± 4,0	efeito aditivo

desta acarretar a infecção sistêmica (Andrade *et al.* 2003). O intestino médio também é o local de ação das toxinas do *Bt* (Knowles 1994). Este fato pode explicar o antagonismo na interação entre o vírus e o *Bt*.

Resultados diferentes aos obtidos neste trabalho foram verificados por López-Lastra *et al.* (1995). Em condições de campo, os autores observaram que na interação entre a toxina Cry1Ac e um vírus de poliedrose nuclear no controle de *S. frugiperda* não resultou em efeito sinérgico nem antagônico.

Devido à alta eficiência deste patógeno no controle de *S. frugiperda* (Valicente & Cruz 1991, Cruz *et al.* 2000), um programa nacional de utilização de VPNSf foi implementado pela Embrapa Milho e Sorgo, utilizando-se um isolado tão eficiente quanto os inseticidas convencionais. Neste programa a multiplicação do VPN foi feita em lagartas de *S. frugiperda* criadas individualmente, em dieta artificial, e posterior formulação do patógeno como pó-molhável, para distribuição aos produtores de milho. O produto biológico é atualmente utilizado em pequena escala no Brasil, mas os aperfeiçoamentos realizados, principalmente quanto à produção e utilização, indicam possibilidade de aumento gradativo da sua utilização (Moscardi 1998).

Os dados obtidos neste trabalho estão de acordo com as observações feitas por Benz (1971). Este autor afirma que não é apropriado fazer generalizações sobre a interação entre entomopatógenos, pois muitas vezes o resultado da interação depende mais das concentrações utilizadas do que do patógeno utilizado. Além disso, a falta de padronização dos termos utilizados nestes estudos dificulta a interpretação e comparação dos resultados.

A variação nos resultados obtidos nestes experimentos mostra que a interação entre entomopatógenos e outros agentes de controle pode ser um instrumento importante no controle de pragas importantes, como é o caso de *S. frugiperda*. No entanto, deve-se verificar se esta interação ocorre em condições de campo, onde fatores bióticos e abióticos podem afetar significativamente a ação dos agentes de controle. Devido a complexidade de fatores no ambiente natural, a definição dos parâmetros a serem avaliados a campo é importante para evitar desperdício de material, tempo e trabalho. Em sistemas agrícolas com uso constante de bioinseticidas e cujas pragas são reguladas por outros patógenos, que atuam como agentes do controle biológico natural, os estudos de suas interações devem ser considerados com maior ênfase.

Literatura citada

- Abbott, WS. 1925. A method of computing the effectiveness insecticide. *Journal of Economic Entomology*, v.18, p.265-267.
- Alves, SB. 1998. Patologia e controle microbiano: vantagens e desvantagens. In Alves, SB. (Ed.). *Controle Microbiano de Insetos*. Piracicaba, FEALQ, cap. 1, p.21-38.
- _____. 1998 Fungos entomopatogênicos. In Alves, SB. (Ed.). *Controle microbiano de insetos*. Piracicaba, FEALQ. cap. 11, p. 289-382.
- _____; Moraes, SB. 1998. Quantificação de inóculo de patógenos de insetos In Alves, SB. (Ed.) *Controle microbiano de insetos*. 2.ed. Piracicaba: FEALQ. cap. 23, p.765-778.
- Arango, JA; Romero, M; Orduz, S. 2002. Diversity of *Bacillus thuringiensis* strains from Colombia with insecticidal activity against *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). *Journal of Applied Microbiology*, v.92, p. 466-474.
- Baur, ME; Kaya, HK; Tabashnik BE; Chilcutt, CF. Suppression of diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae) with an entomopathogenic nematode (Rhabditida: Steinernematidae) and *Bacillus thuringiensis* Berliner. *Journal of Economic Entomology*, v.91, p.1089-1095.
- Bedding, RA. 1981. Low cost in vitro mass production of *Neoplectana* and *Heterorhabditis* species (Nematoda) for field control of insect pests. *Nematologica*, v. 27, p. 109-114.
- Benz, G. 1971. Synergism of micro-organisms and chemical insecticides. In Burges, HD; HUSSEY, NW. (Ed.) *Microbial control of insects and mites*. Londres: Academic Press, cap. 14, p.327-356.
- Bohorova, N; Maciel, AM; Brito, RM; Aguillart, L; Ibarra, JE; Hoisington, D. 1996. Selection and characterization of Mexican strains of *Bacillus thuringiensis* active against four major lepidopteran maize pests. *Entomophaga*, v.41, p.153-165.
- Burton, RL; Perkins, WD. 1972. WSB, a new laboratory diet for the corn earworm and the fall armyworm. *Journal of Economic Entomology*, v.65, p.385-386.
- Castanheira, RS; Munhoz, ERB; Couto, GP. 1993. Influencia da adubacao do milho (*Zea mays* L.) sobre a eficiencia da *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill., no controle da *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797). *Ecossistema*, v.18, n.2, p.119-129.
- Chonay, MFC. 1988. Determinación de la patogenicidad del entomopatogeno *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill en 20 especies de insectos plaga en condiciones de laboratorio y su efecto a nivel de campo en *Pieris* sp. Guatemalala, 23 p. Tese (Mestrado) - Universidade de São Carlos.
- Cruz, I; Figueiredo, MLC; Valicente, FH; Oliveira, AC. 1996. Application rate trials with a nuclear polyhedrosis virus to control *Spodoptera frugiperda* (Smith) on maize in Brazil. In *Simpósio de Controle Biológico*, 5., Foz do Iguaçu. Anais: Sessão de Pôsteres. Londrina: Embrapa Soja. p.169.
- _____; Figueiredo, MLC; Oliveira, AC; Vasconcelos, CA. 1999. Damage of *Spodoptera frugiperda* (Smith) in different maize genotypes cultivated in soil under three levels of aluminium saturation. *International Journal of Pest Management*, v.45, p.293-296.
- _____; Figueiredo, MLC; Oliveira, VC. 2000. Effect of a nuclear polyhedrosis virus of *Spodoptera frugiperda* larvae, its damage and yield of maize crop at different egg mass infestation levels. In *International Congress of Entomology*, 21., Foz do Iguaçu, 2000. Abstracts. Londrina: Embrapa Soja. v.1, p.382.
- Dias, SC; Sagardoy, MA; Silva, SF; Dias, JMCS. 1999. Characterization and pathogenic evaluation of *Bacillus thuringiensis* and *Bacillus sphaericus* isolates from argentinean soils. *BioControl*, v.44, p.59-71.

- El-Maghraby, MMA; Hegag, A; Yousif Khalil, SI. 1998. Interactions between *Bacillus thuringiensis* Berl., *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. and the host/parasitoid system *Spodoptera littoralis* (Boisd.)/*Microplitis rufiventris* Kok. *Journal of Applied Entomology*, v.106, p.417-421.
- Ferraz, LCCB. 1998. Nematóides entomopatogênicos. In Alves, SB. (Ed.) Controle microbiano de insetos. 2.ed. Piracicaba: FEALQ. p.541-70.
- França, MM; Tigano, MS; Carvalho, RS. 1989. Suscetibilidade de *S. frugiperda* aos fungos entomopatogênicos *B. bassiana* e *Nomuraea rileyi*. In Congresso Brasileiro de Entomologia, 12., Belo Horizonte, 1989. Resumos. Belo Horizonte: EMBRAPA. p. 254.
- Gardner, WA; Fuxa, JR. 1980. Pathogens for the supression of the fall armyworm. *Florida Entomologist*, v.63, p.439-447.
- Gardner, WA; Noblet, R; Schwehr, R. 1984. The potential of microbial agents in managing populations of the fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae). *Florida Entomologist*, v.67, p.325-332.
- Gerk, AO; Kitajima, EW; Souza, ML. 1997. Identificação e caracterização do isolado brasileiro do vírus de poliedrose nuclear da lagarta do cartucho do milho. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, v.26, n.3, p.507-515.
- Gladstone, S. 1989. Prueba del hongo entomopatogeno *Nomuraea rileyi* (Farlow) Samson, para el control de cogollero *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) en maíz de riego sembrado en época seca. *Revista de la Escuela de Sanidad Vegetal*, v.1, n.2, p.10-13.
- Glare, TR; O'callaghan, M. 2000. *Bacillus thuringiensis*: biology, ecology and safety. Chichester: John Wiley & Sons. 350 p.
- Habib, MEEM; Patel, PN. 1990. Patogenicidade de *Nomuraea rileyi* (Farlow) Samson em larvas de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797), praga de milho. *Revista de Agricultura*, v.65, n.1, p.83-90.
- Hernández, JLL. 1988. Évaluation de la toxicité de *Bacillus thuringiensis* sur *Spodoptera frugiperda*. *Entomophaga*, v.32, p.163-171.
- Ignoffo, CM; García, C; Kroha, MJ; Hoffman, JD. 1980. Effects of bacteria and a fungus fed singly or in combination on mortality larvae of cabbage looper (Lepidoptera: Noctuidae). *Journal of the Kansas Entomological Society*, v.53, 797-800.
- Jaques, RP; Morris, ON. 1981. Compatibility of pathogens with other methods of pest control and with different crops. In Burges, ED. (Ed.) *Microbial Control of Pest and Plant Diseases 1970-1980*. London: Academic Press. p.695-715.
- Knowles, BH. 1994. Mechanism of action of *Bacillus thuringiensis* insecticidal δ -endotoxins. *Advances in Insect Physiology*, v.24, p. 275-308.
- Koppenhofer, AM; Choo, HY; Kaya, HK; Lee, DW; Gelernter, WD. 1999. Increased field and greenhouse efficacy against scarab grubs with a combination of an entomopathogenic nematode and *Bacillus thuringiensis*. *Biological Control*, v.14, p.37-44.
- _____; Kaya, HK. 1997. Additive and synergistic interaction between entomopathogenic nematodes and *Bacillus thuringiensis* for scarab grub control. *Biological Control*, v.8, p.131-137.
- Lecuona, R. 1999. Microbial control with entomopathogenic fungi in Argentina. *Revista de la Sociedad Entomologica Argentina*, v.58, n.1/2, p.301-306.
- Leiderman, L; Sauer, HFG. 1953. A lagarta dos milharais *Laphygma frugiperda* (Abbot e Smith, 1797). *O Biológico*, v.19, p.105-113.
- Leite, LG; Machado, LA; Batista Filho, A. 2003. Potencial para produção e uso de nematóides entomopatogênicos para o controle de pragas e necessidade de pesquisas no Brasil. In SICONBIOL, 8, São Pedro, 2003. Livro de Resumos. São Pedro. p.51.
- Lezama, GR; Alatorre, RR; Bodajil, JLF. 1996. Virulencia de cinco cepas de los hongos entomopatogênicos contra *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) en huevos y larvas neonatas. *Revista Internacional de Control Biológico*, v.3, n.1, p.35-39.
- Lewis, LC; Bing, LA. 1991. *Bacillus thuringiensis* Berliner and *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillimen for european corn borer control: program for immediate and season-long supression. *The Canadian Entomologist*, v.123, p.387-393.
- Lopez-Lastra, CC; Boucias, DG; Soares Júnior, GC. 1995. *Bacillus thuringiensis* endotoxin effects on *Spodoptera exigua* and *S. frugiperda* larva infected with baculoviruses. *Environmental Entomology*, v.24, n.2, p.239-242.
- Molina-Ochoa, J; Hamm, JJ; Lezama-Gutiérrez, R; Bojalil-Jaber, LF; Arenas-Vargas, M; Gonzales Ramírez, M. 1996. Virulence of six entomopathogenic nematodes (Steinernatidae and Heterorhabditidae) on immature stages of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). *Vedalia*, v.3, p.25-29.
- Moscardi, F. 1998. Utilização de vírus entomopatogênicos em campo. In: ALVES, S.B. (Ed.) *Controle Microbiano de Insetos*. 2.ed. Piracicaba: FEALQ. cap. 15, p. 509-540.
- _____; Kastelic, JG; Sosa-Gómez, DR. 1992. Suscetibilidade de três espécies de lepidópteros associados a soja a três isolados do fungo *Nomuraea rileyi* (Farlow) Samson. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, v.21, n.2, p.93-100.
- Poinar, GO. 1971. Use of nematodes for microbial control of insects. In: BURGESS, H.D.; HUSSEY, N.W. (Ed.) *Microbial control of insects and mites*. Londres: Academic Press. cap. 8, p.181-204.
- Ribeiro, C; Duvic, B; Oliveira, P. 1999. Insect immunity – effects of factors produced by a nematobacterial complex In immunocompetent cells. *Journal of Insect Physiology*, v.45, p. 677-685.
- Shamseldan, MMM; Ismail, AA. 1997. Effect of the nematode *Heterorhabditis bacteriophora* and the bacterium *Bacillus thuringiensis* as integrated biocontrol agents of the black cutworm. *Anzeiger fuer Schaedlingskunde, Pflanzenschutz, Umweltschutz*, v.70, p.77-99.
- Silva-Werneck, JO; Abreu Neto, JRMV; Tostes, AN; Faria, LO; Dias, JMCS. 2000. Novo isolado de *Bacillus thuringiensis* efetivo contra a lagarta-do-cartucho. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 35, p.221-227.
- Souza, ML. de. 2001. Utilização de microrganismos na agricultura. *Biociência e Desenvolvimento*, n.21, p.28-31.
- Tamez-Guerra, P; Galán-Wong, LJ; Medrano-Roldán, H; García-Gutiérrez, C; Rodríguez-Padilla, C; Gómez-Flores, RA.; Tamez-Guerra, RS. 2001. Bioinseticidas: su empleo, producción y comercialización en México. *Ciencia UANL*, v.4, n.2, p.143-152.
- Uribe, D; Marinez, W; Cerón, J. 2003. Distribution and diversity of *cry* genes in native strains of *Bacillus thuringiensis* obtained from different ecosystems from Colombia. *Journal of Invertebrate Pathology*, v.82, p.119-127.
- Valicente, FH; Cruz, I. 1991. Controle biológico da lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda*, com o baculovírus. *Sete Lagoas: Embrapa*. 23 p. (EMBRAPA-CNPMS, Circular Técnica, 15).

Biología y enemigos naturales de *Tetranychus urticae* en pimentón

Antonio Gallardo¹
Carlos Vásquez¹
José Morales¹
José Gallardo¹

RESUMEN. Se realizaron estudios de laboratorio para determinar el ciclo de vida, la fecundidad, longevidad, proporción sexual, tabla de vida y los ácaros depredadores (Phytoseiidae y Tydeidae) del ácaro de dos manchas *Tetranychus urticae* Koch. Los ácaros fitófagos y depredadores fueron recolectados en campos de pimentón *Capsicum annuum* L., localizados en Quibor, Estado Lara, Venezuela. Los estudios biológicos se realizaron en hojas aisladas de pimentón. La determinación de los géneros y especies de los ácaros depredadores se hizo mediante la utilización de claves taxonómicas. El tiempo total de desarrollo de *T. urticae* fue de 8,2 días (huevos = 2,7; larvas = 1,8 y ninfas = 3,7). El tiempo promedio de preoviposición, oviposición y postoviposición fue 2,3; 10,0 y 1,9 días, respectivamente. La fecundidad promedio fue 27,5 huevos hembra⁻¹ y la tasa de oviposición 2,6 huevos hembra⁻¹ día⁻¹, con un máximo de oviposición de 63 y 60 huevos día⁻¹ alcanzados los días 3 y 4, respectivamente. La longevidad promedio de las hembras de *T. urticae* fue 12,2 días, mientras que la proporción sexual fue 2,1:1 (hembra:macho). Los parámetros de la tabla de vida mostraron valores para la tasa intrínseca de crecimiento = 0,298 individuos hembra⁻¹ día⁻¹, el tiempo generacional = 8,18 días, la tasa neta de reproducción = 11,47 y la tasa finita de crecimiento natural = 1,347 individuos hembra⁻¹. Dos géneros de Phytoseiidae, *Neoseiulus* y *Euseius*, y una especie de Tydeidae, *Pronematus ubiquitus*, fueron encontrados como ácaros depredadores asociados a *T. urticae* en pimentón.

Palabras clave: *Capsicum annuum*, control biológico, Phytoseiidae, tabla de vida, *Tetranychus urticae*, Tydeidae.

ABSTRACT. Biology and natural enemies of *Tetranychus urticae* in sweet pepper. Laboratory studies on the biological cycle, fecundity, longevity, sex ratio, life table and predator mites (Phytoseiidae and Tydeidae) of the twospotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch, were conducted. Phytophagous and predator mites were collected in sweet pepper fields, *Capsicum annuum* L., located in Quibor, Estado Lara, Venezuela. Biological studies were conducted using detached sweet pepper leaves. The genera and species of predator mites were determined using taxonomical keys. The average developmental time of *T. urticae* was 8.2 days (eggs = 2.7; larvae = 1.8, and nymphs = 3.7). Average time of preoviposition, oviposition and postoviposition was 2.3, 10.0, and 1.9 days, respectively. Average fecundity was 27.5 eggs female⁻¹ and the oviposition rate was 2.6 eggs female⁻¹ day⁻¹, with a maximum of 63 and 60 eggs day⁻¹ on days 3 and 4, respectively. Adult female longevity averaged 12.2 days and sex ratio was 2.1:1 (female:male). Life table parameters showed the intrinsic rate of growth at 0.298 individuals female⁻¹ day⁻¹, generation span 8.18 days, net reproduction rate 11.47, and the finite natural increase rate 1.347 individuals female⁻¹. Two Phytoseiidae genera, *Neoseiulus* and *Euseius*, and one Tydeidae species, *Pronematus ubiquitus*, were found as predators associated to *T. urticae* in sweet pepper.

Key words: Biological control, *Capsicum annuum*, life history, life table, *Tetranychus urticae*, Phytoseiidae, Tydeidae.

¹ Departamento de Ciencias Biológicas, Decanato de Agronomía, Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado". Barquisimeto, Estado Lara, Venezuela. carlosvasquez@ucla.edu.ve, jmoraless_gar@yahoo.com

Introducción

El ácaro fitófago de dos manchas, *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae), es una plaga de amplia distribución mundial, asociada a un gran número de plantas hospedantes, como hortalizas, ornamentales, frutales y malezas, en las cuales causa daños de importancia económica (Regev y Cone 1980, Ferro y Southwick 1984, Bolland *et al.* 1998, Calvitti 2000).

El daño causado por este ácaro es producido en el sitio de alimentación al romper aquella la superficie de las hojas y destruir células del mesófilo (Tanigoshi y Davis 1978), afectando la transpiración y la fotosíntesis (Sances *et al.* 1979a, b, De Angelis *et al.* 1983) y el crecimiento de la planta y sus frutos (Avery y Briggs 1968, Felipe 2003).

Wyman *et al.* (1979) indicaron que cuando las poblaciones alcanzaban 50 ácaros folíolo⁻¹ de fresa deben tomarse medidas de control. Por otra parte, Ochoa *et al.* (1994) reportaron daños causados por varios ácaros fitófagos en el cultivo de pimentón, *Capsicum annuum* L., entre los cuales *T. urticae* ha sido señalado como una de las especies de mayor importancia económica. Felipe (2003) estudió los daños causados por tres densidades de población de *T. urticae* sobre el crecimiento vegetativo y fructificación de plantas de pimentón. Este autor reportó una disminución en la longitud de las plantas, así como en el número de hojas y tamaño de frutos, cuando las plantas fueron sometidas a una densidad de población mayor a 40 ácaros planta⁻¹.

En cuanto a la biología de *T. urticae*, Herbert (1981) determinó que el tiempo de desarrollo promedio para las hembras criadas en hojas de manzana fue de 19,0 y 12,7 días a 18 y 21 °C, respectivamente. Sin embargo, las hembras de esta especie se desarrollaron en 16,5 y 15 días cuando fueron criadas en hojas de algodón a las mismas temperaturas (Carey y Bradley 1982). La progenie y la longevidad de *T. urticae* fueron afectadas negativamente cuando la temperatura se incrementó desde 18 hasta 29,4 °C (Carey y Bradley 1982). Los estudios de Herbert (1981) también indicaron que la temperatura y la humedad relativa afectan el desarrollo biológico de *T. urticae*, mientras que Van den Boom *et al.* (2003) indicaron que la composición química de la planta hospedante afecta el tiempo de desarrollo de este ácaro.

Otras investigaciones han reportado que en los cultivos hortícolas, además de los ácaros fitófagos, se encuentran también ácaros depredadores pertenecientes principalmente a Phytoseiidae, los cuales ejercen un control natural sobre las poblaciones de los ácaros plaga como *T. urticae*. Los ácaros Phytoseiidae han sido objeto de intensos estudios taxonómicos, biológicos y ecológicos, lográndose éxitos en el mane-

jo integrado de ácaros fitófagos en cultivos agrícolas (Doreste 1984, Lofego *et al.* 2000).

El conocimiento de la biología de las plagas agrícolas y sus enemigos naturales es fundamental para elaborar programas de control biológico eficaces, que mantengan el equilibrio ecológico. En tal sentido, los propósitos de este estudio fueron (i) determinar la biología de *T. urticae* (ciclo de vida, preoviposición, oviposición, postoviposición, fecundidad, longevidad, proporción sexual); (ii) estimar los parámetros de la tabla de vida de *T. urticae* en hojas de pimentón; y (iii) determinar los ácaros depredadores asociados a esta especie plaga, con el objeto de establecer la base para futuros estudios sobre control biológico de *T. urticae* en Venezuela.

Materiales y métodos

Recolección, mantenimiento y determinación de *T. urticae*

Los ácaros de dos manchas fueron recolectados en cultivos de pimentón localizados en Quibor, Municipio Jiménez, Estado Lara, Venezuela. Se tomaron hojas con síntomas de ataques por tetraníquidos y se colocaron en bolsas plásticas de cierre hermético, internamente recubiertas con papel absorbente. A su vez, las bolsas plásticas se depositaron dentro de una cava refrigerada para proteger las muestras de las altas temperaturas durante el trabajo de campo. Las muestras fueron llevadas al laboratorio de la Unidad de Investigación de Zoología Agrícola del Decanato de Agronomía, Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado".

En el laboratorio, bajo el aumento del microscopio estereoscópico, las hojas fueron examinadas para seleccionar los ácaros de dos manchas, los cuales fueron montados en láminas microscópicas. La determinación del género fue hecha mediante la utilización de la clave taxonómica de Gutiérrez (1985), mientras que la especie fue determinada por comparación con la morfología del aedeago (Ochoa *et al.* 1994). El ácaro de dos manchas fue mantenido en una sala de cría (27 ± 2 °C, 70 ± 10% HR, y 12: 12 (D: N) h de fotoperíodo).

Determinación del ciclo de vida de *T. urticae* en hojas de pimentón

El estudio de la biología del ácaro de dos manchas se llevó a cabo sobre hojas de pimentón siguiendo la metodología descrita por Helle y Overmeer (1985). La unidad de cría o arena consistió de una cápsula de Petri (9 cm de diámetro x 1,5 cm de altura), dentro de la cual se ajustó una almohadilla circular de poliuretano de 1 cm de espesor. Seguidamente, se colocó una hoja sana

de pimentón con el envés hacia arriba sobre la almohadilla y fijada con una banda de algodón humedecida de 1 cm de ancho, con el fin de evitar el escape de los ácaros y mantener la turgencia de la hoja. Se prepararon 10 arenas y sobre cada una se colocaron ocho hembras y dos machos de *T. urticae*. Diariamente, las arenas fueron humedecidas dos veces con agua destilada.

Cada tres horas se registró el número de huevos depositados por arena. Una vez obtenido un total de 50 huevos, los ácaros, machos y hembras, fueron descartados. Cada 12 horas, cada una de las arenas fue observada bajo aumento del microscopio estereoscópico para determinar el tiempo de incubación de la fase de huevo. Una vez emergidas las larvas, estas fueron individualizadas en arenas para determinar el tiempo de desarrollo de las fases subsiguientes hasta la emergencia del adulto.

Determinación del tiempo de preoviposición, oviposición, postoviposición, fecundidad y longevidad de *T. urticae* en hojas de pimentón

Para el estudio de los períodos de preoviposición, oviposición y postoviposición se colocaron una hembra y un macho recién emergidos en una arena preparada como se describió previamente. El macho fue colocado junto a la hembra durante dos días para promover la cópula y después descartarlo. El número de arenas fue replicado 20 veces. Diariamente, se registró el número de huevos hembra⁻¹ arena⁻¹ durante su ciclo de vida. Estos datos fueron utilizados para determinar los tiempos de preoviposición, oviposición, postoviposición y tasa de fecundidad, expresada como el número de huevos hembra⁻¹ día⁻¹. La longevidad de la hembra fue graficada con relación al número de huevos puestos diariamente para mostrar la relación existente entre la fecundidad y la edad de la hembra de *T. urticae*.

Determinación de la proporción sexual de *T. urticae* en hojas de pimentón

La proporción sexual de la descendencia (PSD) del ácaro de dos manchas también fue medida con los datos obtenidos durante el estudio de fecundidad. Se registró la progenie producida por hembra en cada una de las arenas. Seguidamente, la descendencia fue separada por dimorfismo sexual y la PSD se expresó en relación hembra: macho.

Tabla de vida de *T. urticae* en hojas de pimentón

La tabla de vida del ácaro de dos manchas fue construida siguiendo la metodología descrita por Birch

(1948). Los parámetros poblacionales fueron (i) la tasa neta de reproducción (R_0), (ii) el tiempo generacional (T), (iii) la tasa intrínseca de crecimiento natural (r_m), y (iv) la tasa finita de crecimiento natural (λ), estimados a partir de los datos de fecundidad diaria y supervivencia de la hembra. Estos parámetros han sido definidos por Rabinovich (1980) como sigue:

Tasa intrínseca de crecimiento (r_m): se define como la capacidad de multiplicación de una población en el lapso de una generación.

$$\sum_{x=1}^{\infty} e^{-r_m x} l_x m_x = 1$$

Donde:

x : = edad de los individuos en días.

l_x = la proporción de individuos vivos a la edad x .

m_x = número de descendencia hembra producida por cada hembra en el intervalo de edad x .

Tiempo generacional (T): representa el tiempo promedio entre dos generaciones sucesivas.

$$T = \frac{\sum x l_x m_x}{\sum l_x m_x}$$

Tasa neta de reproducción (R_0): conocida usualmente como "tiempo de reemplazo". Refleja el número promedio de progenie hembra que es capaz de producir cada hembra de la población durante su vida.

$$R_0 = \sum l_x m_x$$

Tasa finita de crecimiento natural (λ): se interpreta como el número de individuos que se agrega a la población por individuo y por unidad de tiempo.

$$\lambda = e^{r_m}$$

Determinación de los ácaros depredadores asociados a *T. urticae* en pimentón

Los ácaros depredadores fueron recolectados de hojas de pimentón siguiendo la metodología previamente descrita para la recolección del ácaro de dos manchas.

En el laboratorio, cada una de las hojas de pimentón fue observada bajo aumento del microscopio estereoscópico para seleccionar los ácaros depredadores. Seguidamente, cada uno de los ejemplares fue montado en láminas microscópicas utilizando líquido de Hoyer. Los géneros de Phytoseiidae se determinaron

utilizando la clave taxonómica de Evans *et al.* (2001), mientras que la especie de Tydeidae fue determinada basándose en la descripción en Jeppson *et al.* (1975).

Resultados y discusión

Ciclo de vida de *T. urticae* en hojas de pimentón

El tiempo promedio de desarrollo de las hembras del ácaro de dos manchas desde la fase de huevo hasta la emergencia del adulto fue de 8,2 días, variando entre 6 y 9 días (Cuadro 1). Los huevos presentaron un tiempo promedio de incubación de 2,7 días, con un rango de entre 1,5 y 4,0 días. El estado larval presentó un tiempo promedio de desarrollo de 1,8 días, con un rango de entre 1 y 3 días, mientras que los estadios de ninfa (protoninfa y deutoninfa) duraron en promedio 3,7 días, con un rango de entre 1,5 y 5,5 días. Entre cada fase activa se observó el desarrollo de una fase inactiva o crisálida, cuya duración varió entre 1 y 1,5 días. Los valores obtenidos son similares a los registrados por Calvitti (2000) para huevo y larva de *T. urticae* (2,8 y 1,3 días, respectivamente), mientras que la duración del estado ninfal fue ligeramente inferior (3,0 días) a 30 °C. Wrensch (1985) afirmó que el tiempo de desarrollo de los tetránquidos es afectado por factores relacionados con la temperatura, humedad, depredación, competencia interespecífica, plaguicidas y características de la planta hospedante, así como por factores intrínsecos de la especie particular de ácaro.

Cuadro 1. Duración del desarrollo en días de *T. urticae* en hojas de pimentón

Fase de desarrollo	Promedio ⁽²⁾	Índice de confianza ⁽³⁾
Huevo	2,7	2,419 - 2,976
Larva	1,8	1,495 - 2,005
Ninfa	3,7	3,363 - 4,085
Total	8,2	7,780 - 8,562

⁽²⁾ Basado en 38 observaciones. ⁽³⁾ g.l. 37; $P > 0,01$.

Preoviposición, oviposición, postoviposición, fecundidad y longevidad de *T. urticae* en hojas de pimentón

La duración promedio del período de preoviposición del ácaro de dos manchas fue de 2,3 días, con un rango de entre 1 y 4 días, mientras que la oviposición y postoviposición presentaron valores promedios de 10 y 1,9 días con rangos de entre 7 y 13 días y 1 y 5 días, respectivamente. Herbert (1981) reportó valores similares con relación a los períodos de preoviposición y postoviposición (2,20 y 2,12, respectivamente) de *T. urticae*

criados en hojas de manzana a 21 °C; sin embargo, el período de oviposición fue superior (26,5 días). Por otro lado, los resultados obtenidos por Giraud (1984) con hojas de fresa como sustrato fueron similares en cuanto al período de oviposición a 19,2 °C (15 días), mientras que se observaron diferencias en los períodos de preoviposición y postoviposición (1,55 y 3,71, respectivamente). Crooker (1985) estableció que la duración del período de preoviposición en tetránquidos varía de 1 a 2 días, seguido de un período de oviposición, cuya duración depende de la especie de ácaro y de las condiciones ambientales, pero que en promedio puede alcanzar entre 10 y 15 días.

El número de huevos depositados por el total de hembras de *T. urticae* alcanzó sus máximos valores entre los días 3 y 4, registrándose 63 y 60 huevos día⁻¹, respectivamente, mientras que la oviposición declinó hasta 7 huevos día⁻¹ después del día 11 y hasta el día 13 cuando ocurrió la muerte del total de hembras evaluadas (Fig. 1). La fecundidad promedio del ácaro de dos manchas fue de 27,5 huevos hembra⁻¹, con una tasa de oviposición de 2,6 huevos hembra⁻¹ día⁻¹ (Fig. 2). Herbert (1981) reportó promedios de fecundidad para *T. urticae* de 37 huevos hembra⁻¹, con valores máximos alcanzados el tercer día de oviposición a 18 °C. Por otra parte, Giraud (1984) reportó promedios de fecundidad de 42,4 huevos hembra⁻¹, con una tasa de oviposición de 2,9 huevos hembra⁻¹ día⁻¹, con un valor máximo de 5,5 huevos hembra⁻¹ día⁻¹ alcanzado el cuarto día de oviposición. Las diferencias obtenidas en los valores de fecundidad de *T. urticae* podrían deberse a los cambios en el metabolismo de la planta hospedante, lo cual resulta en diferencias tanto en la tasa neta de reproducción (De Ponti 1977) como en los valores de r_m , que dependen de la especie de la planta hospedante, la superficie disponible para cada individuo, la temperatura y la humedad (Gutiérrez y Helle 1985).

En el presente estudio, la longevidad promedio de las hembras de *T. urticae* fue de 12,2 días, con un rango de entre 8 y 16 días. Herbert (1981) encontró que la longevidad de *T. urticae* aumentaba de 26,1 a 35,5 días a temperaturas de 15 y 18 °C; sin embargo, disminuyó a 30,6 días a 21 °C. Carey y Bradley (1982) encontraron que las hembras de *T. urticae* vivieron 14,7 y 9,71 días a temperaturas de 23,8 °C y 29,4 °C, respectivamente, cuando fueron criadas en hojas de algodón.

Proporción sexual de *T. urticae* en hojas de pimentón

La PSD del ácaro de dos manchas fue de 2,1 hembras por cada macho. Carey y Bradley (1982) reporta-

ron una proporción de 3:1, y Giraud (1984) registró una proporción sexual de 1,5:1. De acuerdo con Boudreaux (1963), las diferencias en la proporción sexual en poblaciones de tetraníquidos pueden ser explicadas por el efecto de factores tales como la cantidad de esperma que supe el macho, el número de espermatozoides introducidos y la duración de la cópula.

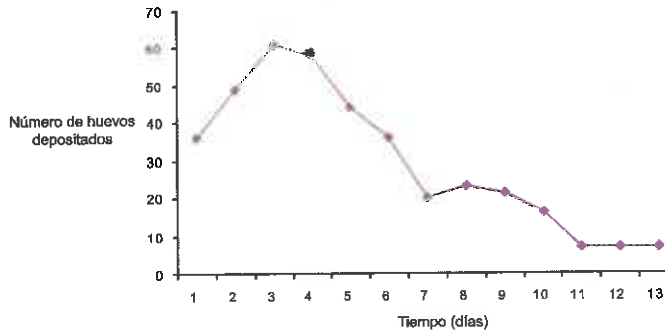


Figura 1. Oviposición diaria de *T. urticae* en hojas de pimentón (basada en 20 observaciones).

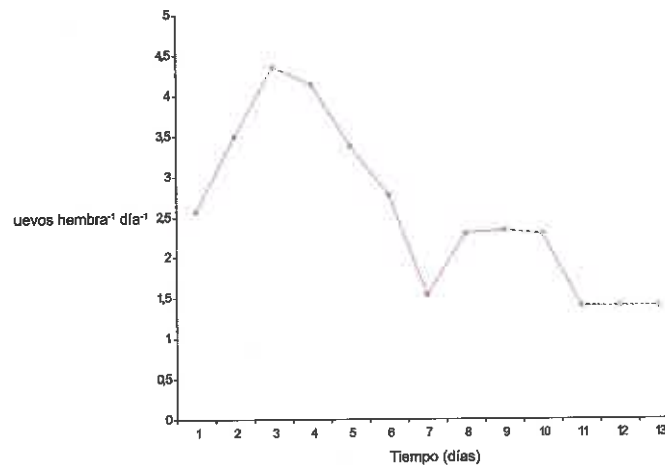


Figura 2. Tasa de oviposición de *T. urticae* en hojas de pimentón (promedio obtenido a partir de 20 observaciones).

Tabla de vida de *T. urticae* en hojas de pimentón

La tasa de supervivencia de *T. urticae* fue máxima durante los primeros seis días, y luego comenzó a declinar hasta hacerse nula al día 16. La producción de progenie hembra hembra⁻¹ día⁻¹ (m_x) fue relativamente constante durante los días 6 al 13, hasta llegar a cero el día 16 (Cuadro 2, Fig. 3).

La tasa intrínseca de crecimiento (r_m) del ácaro de dos manchas fue de 0,298 individuos hembra⁻¹ día⁻¹. La población se multiplicó (R_0) 11,47 veces en un tiempo generacional (T) de 8,18 días. La tasa finita de crecimiento natural (λ) fue de 1,347 veces hembra⁻¹ día⁻¹. Los

valores de r_m y λ obtenidos para *T. urticae* son similares a los obtenidos para *Tetranychus ludeni* (0,253 y 1,287; Morros y Aponte 1994) y *Tetranychus cinnabarinus* (0,220 y 1,250; Hazan et al. 1973). Por el contrario, Aponte y McMurtry (1997) obtuvieron un valor de r_m ligeramente inferior para *Oligonychus perseae* Tuttle, Baker y Abbtello (0,1440).

Ácaros depredadores asociados a *T. urticae* en plantas de pimentón

Dos géneros de Phytoseiidae, *Neoseiulus* Hughes y *Euseius* Wainstein, y una especie de Tydeidae, *Pronematus ubiquitous* (McGregor), fueron los ácaros depredadores asociados a *T. urticae* encontrados en plantas de pimentón en el Municipio Jiménez. En general, *Neoseiulus* y *Euseius* fueron encontrados con mayor frecuencia que *P. ubiquitous*; sin embargo, el número de ácaros depredadores fue siempre bajo (menos de 0,5 ácaros hoja⁻¹).

En Venezuela, el género *Neoseiulus* está representado por las especies *N. anonymus* (Chant y Baker), *N. californicus* (McGregor), *N. fallacis* (Garman), *N. gracilis* (Muma) y *N. idaeus* Denmark y Muma, mientras que *Euseius* está representado por las especies *E. alatus* DeLeon, *E. conccordis* (Chant) y *E. errabundus* DeLeon (Aponte y McMurtry 1993). *P. ubiquitous* es muy frecuente en plantas de cítricos, donde es considerada una plaga; sin embargo, es probable que esta se alimente de hongos, polen y desechos vegetales (Jeppson et al. 1975).

Cuadro 2. Tabla de vida de *T. urticae* en hojas de pimentón

Edad (días)	l_x	m_x	$L_x * m_x$	$x * l_x * m_x$
0	1,000	0,000	0,000	0,000
1	1,000	0,000	0,000	0,000
2	1,000	0,000	0,000	0,000
3	1,000	0,000	0,000	0,000
4	1,000	0,737	1,4737	5,895
5	1,000	1,211	3,6316	18,158
6	1,000	1,895	3,7895	22,737
7	0,895	2,118	8,4706	59,294
8	0,842	1,438	4,3125	34,500
9	0,842	1,625	4,8750	43,875
10	0,684	0,846	1,6923	16,923
11	0,579	1,000	3,0000	33,000
12	0,474	1,444	2,8889	34,667
13	0,316	2,667	5,3333	69,333
14	0,316	0,667	2,0000	28,000
15	0,158	1,667	4,3333	65,000
16	0,000	0,000	0,0000	0,000

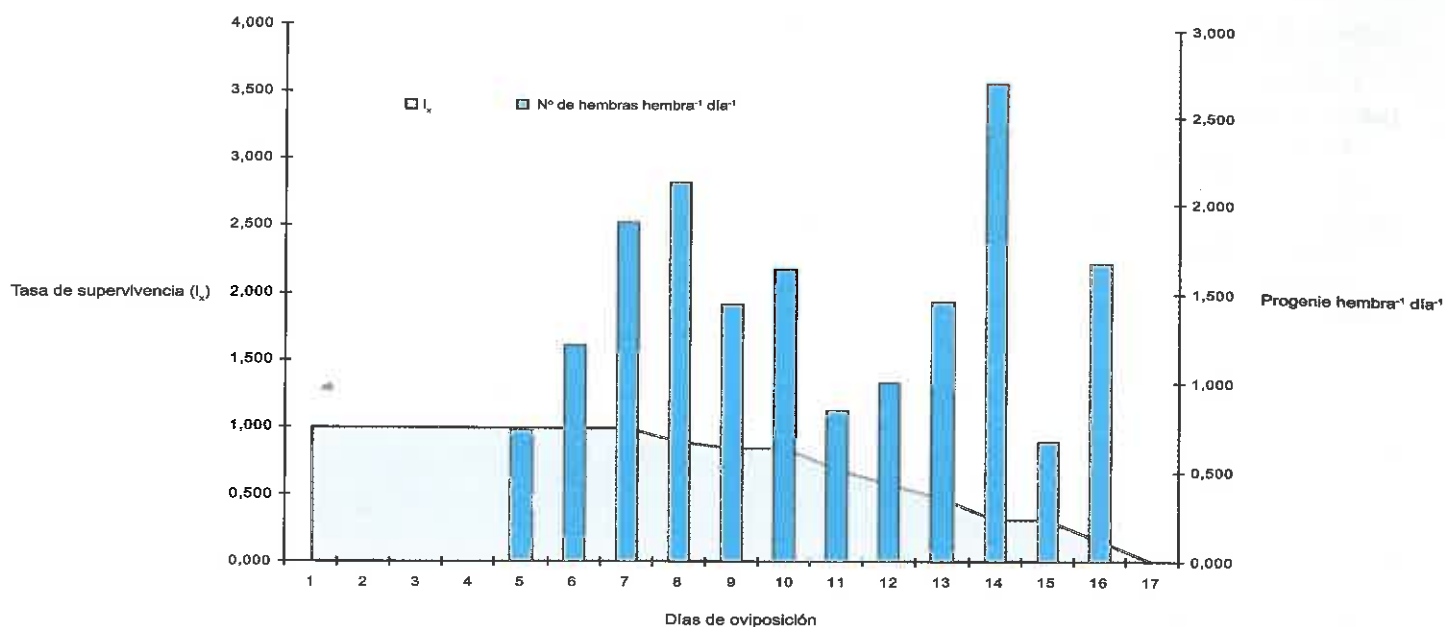


Figura 3. Tasa de supervivencia y progenie/hembra de *T. urticae* en hojas de pimentón.

Literatura citada

- Aponte, O; McMurtry, J. 1993. Phytoseiid mites of Venezuela (Acari: Phytoseiidae). *International Journal of Acarology* 19(2):149-157.
- _____; McMurtry, J. 1997. Biology, life table and mating behavior of *Oligonychus perseae* (Acari: Tetranychidae). *International Journal of Acarology* 23(3):199-207.
- Avery, DJ; Briggs JB. 1968. The aetiology and development of damage in young fruit trees infested with fruit tree red spider mite, *Panonychus ulmi* (Koch). *Annals of Applied Biology* 61:277-288.
- Birch, L. 1948. The intrinsic rate of natural increase of an insect population. *Journal of Animal Ecology* 17:15-26.
- Bolland, HR; Gutiérrez J; Fletchmann CHW. 1998. World catalogue of the spider mite family (Acari: Tetranychidae). Koninklijke Brill NV, Leiden, NE. 392 p.
- Boudreaux, H. 1963. Biological aspects of some phytophagous mites. *Annual Review of Entomology* 8:137-154.
- Calvitti, M. 2000. Caratterizzazione biologica ed ecologica di due acari (*Tetranychus urticae* e *Phytoseiulus persimilis*) interagenti in alcuni ecosistemi agrari. *Inn-Bioagr- Eco. Italia*. 44 p.
- Carey, J; Bradley, J. 1982. Development rates, vital schedules, sex ratios, and life tables for *Tetranychus urticae*, *T. turkestanii* and *T. pacificus* (Acarina: Tetranychidae) on cotton. *Acarologia* 23(4):333-345.
- Crooker, A. 1985. Embryonic and Juvenile Development. *In* Helle W; Sabelis, M. eds. *Spider mites: Their biology, natural enemies and control*. Amsterdam, NE, Elsevier Science Publishers. v. 1A, p. 149-160.
- De Angelis, J; Berry, RE; Krantz, GW. 1983. Photosynthesis, leaf conductance, and leaf chlorophyll content in spider mite (Acari: Tetranychidae) injured peppermint leaves. *Journal of Environmental Entomology* 12:345-348.
- De Ponti, OMB. 1977. Resistance in *Cucumis sativus* L. to *Tetranychus urticae* Koch: Designing a based aspects of the host-parasite relationship. *Euphytica* 26:641-654.
- Doreste, E. 1984. *Acarología*. San José, CR, Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). 391 p.
- Evans, D; McMurtry, J; Moraes, G, de. 2001. Key to the genera of Phytoseiidae (adult females). 51st Annual Acarology Summer Program. Agricultural Acarology. Estados Unidos, Ohio State University. 1 p.
- Felipe, RA. 2003. Tipificación del daño de *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) en plantas de pimentón cv. California Wonder. Trabajo de Grado. Barquisimeto, Estado Lara, VE, Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado" (UCLA). 33 p.
- Ferro, DN; Southwick, EE. 1984. Microclimates of small arthropods: Estimating humidity within the leaf boundary layer. *Journal of Environmental Entomology* 13:926-929.
- Giraud, A. 1984. Biología, niveles poblacionales y control químico de *Tetranychus cinnabarinus* (Boisduval) y *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) en fresa. Tesis de maestría. Venezuela, UCV-Maracay. 127 p.
- Gutiérrez, J; Helle, W. 1985. Evolutionary Changes in the Tetranychidae. *In* Helle W; Sabelis, M. eds. *Spider mites: Their biology, natural enemies and control*. Amsterdam, NE, Elsevier Science Publishers. v. 1A, p. 91-106.
- Gutiérrez, J. 1985. Systematics. *In* Helle, W; Sabelis, M. eds. *Spider Mites: Their Biology, Natural Enemies and Control*. Amsterdam, ND, Elsevier Science Publishers. v. 1, p. 75-90.
- Hazan, A; Gerson, U; Tahori, US. 1973. Life history and life tables of the carmine spider mite. *Acarology* 15(3):414-440.
- Helle, W; Overmeer, W. 1985. Rearing Techniques. *In* Helle W; Sabelis, M. eds. *Spider mites: Their biology, natural enemies and control*. Amsterdam, NE, Elsevier Science Publishers. v. A, p. 331-335.
- Herbert, H. 1981. Biology, life tables and innate capacity for increase of the twospotted spider mite, *Tetranychus urticae* (Acarina: Tetranychidae). *The Canadian Entomologist* 113:371-378.

- Jeppson, H; Keifer, H; Baker, E. 1975. Mites Injurious to Economic Plants. Riverside, CA, US, University of California Press. 614 p.
- Lofego, A; Moraes, G, de; McMurtry J. 2000. Three new species of phytoseiid mites (Acari: Phytoseiidae) from Brazil. *Anais da Sociedade de Entomologia Brasil* 29(3):461-553.
- Morros, M; Aponte, O. 1994. Biología y tabla de vida de *Tetranychus ludeni* Zacher en caraota *Phaseolus vulgaris* L. *Agronomía Tropical* 44:667-677.
- Ochoa, R; Aguilar, H; Vargas, C. 1994. Phytophagous mites of Central America: An illustrated guide. Turrialba, CR, CATIE. 234 p.
- Rabinovich, J. 1980. Introducción a la ecología de poblaciones animales. México, Compañía Editorial Continental. p. 313.
- Regev, S; Cone, WW. 1980. The monoterpene citronellol, as a male sex attractant of the twospotted spider mite, *Tetranychus urticae* (Acarina: Tetranychidae). *Journal of Environmental Entomology* 9:50-52.
- Sances, FV; Wyman, JA; Ting FP. 1979a. Physiological responses to spider mite infestations on strawberries. *Journal of Environmental Entomology* 8:711-714.
- _____; Wyman, JA; Ting FP. 1979b. Morphological responses of strawberry leaves to infestations of twospotted spider mite. *Journal of Economic Entomology* 72:710-713.
- Tanigoshi, LK; Davis, RW. 1978. An ultrastructural study of *Tetranychus mcdanielli* feeding injury to the leaves of red delicious apple (Acari: Tetranychidae). *International Journal of Acarology* 4:47-56.
- Van den Boom, C; van Beek, T; Dicke, M. 2003. Differences among plant species in acceptance by spider mite *Tetranychus urticae* Koch. *Journal of Applied Entomology* 127(3):177-185.
- Wrench, DL. 1985. Reproductive Parameters. In Helle W; Sabelis, M. eds. Spider mites: Their biology, natural enemies and control. Amsterdam, NE, Elsevier Science Publishers. v. 1A, p. 165-170.
- Wyman, LA; Oatman, ER; Voth, V. 1979. Effect of varying twospotted mite infestation levels on strawberry yield. *Journal of Economic Entomology* 72(5):747-755.

Reposta funcional de *Chrysoperla externa* a *Aphis gossypii* em cultivares de algodoeiro

Terezinha Monteiro dos Santos¹
Arlindo Leal Boiça Júnior²
José Carlos Barbosa²

RESUMEN. Respuesta funcional de *Chrysoperla externa* a *Aphis gossypii* en cultivares de algodón. Se evaluó la respuesta funcional de *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada con *Aphis gossypii* Glover en plantas de algodón en invernadero. Se utilizaron los cultivares Deltapine Acala 90 (piloso), CNPA 7H (hirsuto) y Antares (poca pilosidad), donde cada uno representó $145,2 \pm 15,3$; $32,4 \pm 3,2$ y $14,8 \pm 3,5$ tricomas por cm^2 de hoja, respectivamente. Cada planta fue infestada con ninfas de tercer y cuarto instar de *A. gossypii* en densidades distintas para cada instar de *C. externa*. Cinco horas después de la infestación con pulgones, se liberó una larva de cada instar de *C. externa* por planta. Después de 24 horas, se evaluó el número de pulgones consumidos por el depredador en cada cultivar de algodón. Se demostró que los tricomas de los cultivares no influenciaron negativamente la capacidad depredadora de *C. externa*. El aumento en la capacidad de depredación, en función del incremento en la densidad de pulgones ofrecidos al depredador, mostró una respuesta funcional lineal positiva para todos los instares de *C. externa*, excepto para las larvas de primer y tercer instar mantenidas en el cultivar CNPA 7H.

Palabras clave: Insecta, depredador, pulgón del algodón, respuesta funcional.

ABSTRACT. Functional response of *Chrysoperla externa* to *Aphis gossypii* in cotton cultivars. The functional response of *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae) fed on *Aphis gossypii* Glover on cotton greenhouse plants was evaluated. The cultivars Deltapine Acala 90 (high pilosity), CNPA 7H (hirsute) and Antares (low pilosity) were used, with 145.2 ± 15.3 ; 32.4 ± 3.2 and 14.8 ± 3.5 trichomes/ cm^2 per leaf. Each plant was infested with *A. gossypii* nymphs of third and fourth instars in different densities for each instar of *C. externa*. Five hours after infestation with the aphid, one larva of each instar of *C. externa* per plant was released. After 24 hours, the number of aphids consumed by the predator in each cotton cultivar was evaluated. The cotton trichomes did not influence negatively the predatory capacity of *C. externa*. The increase of predatory capacity, as an increment in the aphid densities offered to the predator, evidenced a positive linear functional response for all instars of *C. externa*, except for the first and third larvae instars on the cultivar CNPA 7H.

Key words: Insecta, predator, cotton aphid, functional response.

Introdução

O pulgão *Aphis gossypii* Glover, de hábito extremamente polífago, é considerado uma praga importante na cultura do algodoeiro. Essa espécie, além de atuar como vetores de vírus, expele um líquido adocicado, o *honeydew*, que favorece o desenvolvimento do fungo denominado fumagina (*Capnodium* spp.), que dificulta a respiração e fotossíntese da planta (Heneberry e Jech 2001).

Em programas de manejo integrado de pragas do algodoeiro, o emprego do controle biológico de

A. gossypii é prioritário, pois evita aplicações de inseticidas nos estágios iniciais de desenvolvimento da cultura (Xia *et al.* 1999). *Chrysoperla externa* (Hagen) é um agente potencial no controle biológico de insetos-pragas, principalmente na América Central e do Sul (Albuquerque *et al.* 1994). As larvas desse inimigo natural são eficientes predadores de pulgões, incluindo a espécie *A. gossypii* (Mishra *et al.* 1994).

¹ Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios/Pólo Extremo Oeste. Estrada Vicinal Nemezião de Souza Pereira, Km 06. Caixa Postal 67. CEP: 16.900-000. Andradina, SP, Brasil. terezinha@aptaregional.sp.gov.br

² UNESP/FCAV. Jaboticabal, SP, Brasil.

Um dos parâmetros de importância a ser considerado na determinação da eficiência do predador no controle de populações de insetos-pragas é a resposta funcional, definida como a relação entre a taxa de consumo do predador e a densidade da presa (Solomon 1949). A resposta funcional de um inimigo natural é influenciada principalmente pela interação predador-presa, pelas características da planta (De Clercq *et al.* 2000), pelos fatores meteorológicos como temperatura (Legaspi *et al.* 1996, Gitonga *et al.* 2002), intensidade de luz (Aksnes e Giske 1993) e umidade relativa (Morales e Cate 1992, Syendsen *et al.* 1999).

As características morfológicas da planta hospedeira como os tricomas, cerosidade das folhas, tamanho e forma de estruturas podem reduzir ou melhorar a eficiência de inimigos naturais no controle de suas presas (Legrand e Barbosa 2000, Messina e Sorenson 2001). Os tricomas influenciam o comportamento e habilidade do inimigo natural (Hare 1992), reduzindo a eficiência de parasitóides e predadores e aumentando o tempo de procura pela presa (Botrell *et al.* 1998). De acordo com Treacy *et al.* (1987), os tricomas em cultivares de algodoeiro atuam como barreiras mecânicas, reduzindo a mobilidade e, conseqüentemente a capacidade predatória de *Chrysoperla rufilabris* (Burmeister). Mohite e Uthamassamy (1998) verificaram uma associação negativa entre a densidade de tricomas e a taxa de predação de ovos de *Helicoverpa armigera* (Hübner) por *Chrysoperla carnea* (Stephens). Em tomateiro, Toscano *et al.* (2003) observaram que a presença de tricomas glandulares afetaram negativamente a capacidade de busca e o encontro da presa, *Bemisia tabaci* (Gennadius) biótipo B, alterando diretamente a capacidade de predação de *C. externa*.

A resposta funcional de *C. externa* tem sido determinada em condições de laboratório (Fonseca *et al.* 2000, Auad *et al.* 2001), no entanto, sem considerar os efeitos de plantas hospedeiras sobre esse parâmetro. O estudo da resposta funcional é de importância para o entendimento da interação predador-presa na natureza (Parajulee *et al.* 1994). O presente trabalho teve por objetivo avaliar a resposta funcional de *C. externa* alimentada com *A. gossypii* em três cultivares de algodoeiro em casa de vegetação.

Materiais e métodos

A pesquisa foi desenvolvida no Laboratório de Resistência de Plantas a Insetos, do Departamento

de Fitossanidade, Universidade Estadual Paulista/Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Campus de Jaboticabal, SP, Brasil. Os insetos foram mantidos em câmara climatizada a 25 ± 1 °C, UR de $70 \pm 5\%$ e fotofase de 12 horas.

Criação de *A. gossypii* e *C. externa*

Os pulgões foram coletados em folhas de algodoeiro e transferidos para plantas de algodoeiro da cultivar IAC 22, semeada em copos descartáveis com capacidade de 500 mL contendo terra como substrato. Semanalmente, novas plantas foram infestadas com pulgões, visando obter elevadas populações de *A. gossypii* para o desenvolvimento dos experimentos. A criação foi mantida em estufas de armação de metal de 3,0 m de largura por 2,0 m de altura e 2,0 m de comprimento, revestidas por tela anti-afídeo, evitando a infestação de outras espécies de pulgões e inimigos naturais. Alguns exemplares dos pulgões foram enviados para identificação ao Dr. Carlos Roberto de Souza, da Universidade Federal de São Carlos, São Carlos - São Paulo, Brasil.

Adultos de *C. externa* foram coletados em cultura de algodão e transferidos para o laboratório. Foram mantidos 20 casais do predador por gaiola cilíndrica de PVC de 20 cm de altura x 20 cm de diâmetro; a sua extremidade inferior foi apoiada em bandeja circular de PVC de 24 cm de diâmetro forrada com papel toalha branco, enquanto a extremidade superior foi vedada com filme de polietileno. Internamente, a gaiola foi revestida com papel filtro para a oviposição. O alimento consistiu de dieta à base de lêvedo de cerveja e mel em partes iguais, de consistência pastosa, pincelada em tiras de Parafilm® e fixada na parede interna da gaiola. Foi também fornecida água destilada por meio de algodão acondicionado em frasco de 10 mL. Diariamente, o papel contendo os ovos foi substituído; os pedicelos dos ovos foram cortados com auxílio de uma tesoura. Os ovos de *C. externa* foram individualizados em tubos de vidro de 2,5 cm de diâmetro x 8,5 cm de altura, vedados com filme de polietileno. As larvas recém-eclodidas foram alimentadas até a pupação com pulgões *A. gossypii* obtidos da criação massal.

Resposta funcional

Na avaliação da influência das cultivares de algodoeiro sobre a resposta funcional de *C. externa*, determinou-se o número de tricomas presentes na superfície abaxial das folhas localizadas no terço superior das plantas. Utilizaram-se as cultivares Deltapine Acala 90 (pilosa), CNPA 7H (hirsuta) e Antares (pouca pilo-

sidade), apresentando, respectivamente $145,2 \pm 15,3$; $32,4 \pm 3,2$ e $14,8 \pm 3,5$ tricomas por cm^2 de folha.

Plantas de algodão foram cultivadas em vasos de polietileno de 5,0 kg de capacidade e utilizadas na pesquisa ao atingirem 30 cm de altura. Cada vaso foi protegido por gaiola de metal revestida por tecido de *voil*. Ninfas de terceiro e quarto ínstar de *A. gossypii* foram oferecidas em densidades distintas para cada ínstar de *C. externa*: 10, 15 e 20 pulgões para o primeiro ínstar; 35, 40 e 45 para o segundo e 100, 120 e 140 para larvas de terceiro ínstar do predador. Cinco horas após a infestação dos pulgões, liberou-se uma larva de cada ínstar de *C. externa* por planta. Após o período de 24 horas avaliou-se o número de pulgões consumidos pelo predador em cada cultivar.

A temperatura e umidade relativa média registradas durante o período foram de 24 °C e 58%, respectivamente. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, com 9 tratamentos para cada ínstar do predador, dispostos em esquema fatorial 3x3, representado pelas três cultivares de algodoeiro (Antares, CNPA 7H e Deltapine Acala 90) e três densidades da presa de acordo com cada ínstar. Cada tratamento constituiu-se de 10 repetições e os dados foram submetidos a análise de variância e regressão polinomial considerando a resposta funcional de *C. externa* em função das densidades de pulgões e cultivares de algodoeiro. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5%.

Resultados e discussão

Avaliando-se o consumo médio de pulgões *A. gossypii* por larvas de *C. externa*, verificou-se que o fator cultivar de algodoeiro e presumivelmente os tricomas foi significativo pelo teste *F* ($P = 0,01$) apenas para o segundo ínstar de *C. externa*. O fator densidade da presa foi significativo ($P = 0,01$) para todos os ínstar, enquanto a interação cultivar x densidade da presa não foi significativa para todos os ínstar do predador (Tabela 1).

Tabela 1. Resumo das análises de variância para o consumo médio de pulgões *Aphis gossypii* por larvas de *Chrysoperla externa* em cultivares de algodoeiro

Fonte de variação	Grau de liberdade	Quadrado médio		
		Primeiro ínstar	Segundo ínstar	Terceiro ínstar
Cultivar ⁽²⁾	2	17,59 ^{ns}	228,62 ^{**}	58,79 ^{ns}
Densidade ⁽³⁾	2	155,70 ^{**}	403,79 ^{**}	11200,57 ^{**}
Cultivar x densidade	4	14,53 ^{ns}	7,91 ^{ns}	251,55 ^{ns}
Resíduo	81	15,88	34,58	120,88

⁽²⁾ Cultivar: Antares, CNPA 7H e Deltapine Acala 90.

⁽³⁾ Densidades de pulgões oferecidos ao predador: 10, 15 e 20 pulgões para o primeiro ínstar; 35, 40 e 45 pulgões para o segundo ínstar e 100, 120 e 140 pulgões para o terceiro ínstar de *C. externa*.

** Teste *F* ($P = 0,05$). ^{ns}Não significativo.

Efeito das cultivares e densidades da presa sobre o consumo médio de pulgões *A. gossypii* por larvas de *C. externa*

Verificou-se que o consumo médio diário de pulgões durante o primeiro ínstar de *C. externa* não foi influenciado significativamente pelas cultivares de algodoeiro as quais as larvas foram mantidas (Tabela 2). O número de pulgões consumidos por larvas de segundo ínstar, na cultivar Antares (glabra) foi significativamente maior ao consumo daquelas mantidas nas cultivares CNPA 7H e Deltapine Acala 90, respectivamente, de características de média pilosidade e pilosa. Segundo De Clercq *et al.* (2000) a resposta funcional de um inseto predador a diferentes densidades da presa é um fenômeno influenciado não somente pela interação predador-presa, mas também afetado pelas características da planta. Coll e Ridgway (1995) mencionaram que as características da planta influenciaram a capacidade predatória do predador *Orius insidiosus* (Say) em resposta a densidades da sua presa, *Frankliniella occidentalis* (Pergande). Segundo os autores o predador capturou menor número de presa em plantas de tomate do que em feijão, devido provavelmente a presença de tricomas glandulares na superfície foliar do tomateiro.

O impacto dos tricomas da planta hospedeira sobre o inimigo natural é variável com a cultivar e espécie de presa (Treacy *et al.* 1987). A redução na capacidade de larvas de *C. rufilabris* em encontrar e preda ovos de *Helicoverpa zea* (Boddie) durante todos os seus ínstar com o aumento da densidade de tricomas em algodoeiro foi relatada por Treacy *et al.* (1985, 1987). Segundo os autores essa constatação está relacionada também ao tamanho do predador, pois larvas de terceiro ínstar do crisopídeo *C. rufilabris* foram menos afetadas do que larvas de primeiro e segundo ínstar. Mohite e Uthamasamy (1998) observaram uma associação negativa entre a taxa de predação de ovos de *H. armigera* (Hübner) por *C. carnea* em relação a densidade de trico-

Tabela 2. Consumo médio diário de pulgões *Aphis gossypii* por larvas de *Chrysoperla externa* em cultivares de algodoeiro

Cultivar	Consumo médio diário ⁽²⁾		
	Primeiro ínstar (média ± EP)	Segundo ínstar (média ± EP)	Terceiro ínstar (média ± EP)
Antares (glabra)	8,0±1,50a	35,2±1,53a	107,9±13,59a
CNPA 7H (média pilosidade)	6,5±0,58a	31,3±1,60b	106,0±10,64a
Deltapine Acala 90 (pilosa)	6,9±1,88a	29,8±2,42b	105,2±9,61a
Média	7,1	32,1	106,4
F (tratamento)	1,1 ^{ns}	6,6 ^{**}	2,1 ^{ns}
CV (%)	55,7	18,3	10,3

⁽²⁾ Médias originadas do consumo de *A. gossypii* por *C. externa* em três densidades do pulgão. Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P > 0,05$); EP = erro padrão da média.

^{**} Teste F ($P = 0,05$). ^{ns}Não significativo.

mas em algodoeiro. Santos *et al.* (2002) verificaram que a capacidade diária de consumo de ovos de *Alabama argillacea* (Hübner) por larvas de *C. externa* foi maior quando as larvas foram mantidas em plantas da cultivar Antares (glabra) em relação ao consumo daquelas mantidas na cultivar pilosa, Deltaopal. Já Powell e Lambert (1993) observaram que *Geocoris punctipes* (Say) apresentou taxas similares de predação de ovos de *H. zea* em soja pilosa, normal ou glabra. Kuranishi (2002) verificou que os tricomas de diferentes cultivares de algodoeiro não influenciaram a capacidade de predação de *A. gossypii* por adultos das joaninhas *Cycloneda sanguinea* (L.) e *Hippodamia convergens* Guérin-Men.

O consumo de *A. gossypii* por larvas de *C. externa* de terceiro ínstar, foi respectivamente, de 107,9; 106,0 e 105,2, nas cultivares Antares, CNPA 7H e Deltapine Acala 90 (Tabela 2). Durante esse ínstar, *C. externa* apresentou a maior capacidade diária de predação, 73,1% do total de pulgões consumidos e nesse período não houve influência dos tricomas sobre a sua eficiência de predação.

Avaliando-se o efeito da densidade de pulgões *A. gossypii* sobre a capacidade de predação de *C.*

externa, verificou-se que o consumo diário por larvas de primeiro ínstar desse predador foi menor na densidade 1, em comparação as densidades 2 e 3, enquanto essas duas últimas não foram significativamente diferentes entre si (Tabela 3). Para o segundo ínstar ocorreu resultado semelhante; quando *C. externa* foi alimentada com as duas maiores densidades, 2 e 3, essa apresentou maior consumo em relação àquelas larvas alimentadas com a presa na densidade 1. Este resultado indica que para esses dois primeiros instares, ocorre a saciação do predador na densidade 2, ou seja, o número de presas consumidas foi suficiente para atender as exigências nutricionais para o seu completo desenvolvimento nessas 24 horas. Fonseca *et al.* (2000) verificaram resultados similares para *C. externa* alimentada com o pulgão *Schizaphis graminum* (Rondani) em cinco densidades diferenciadas para cada ínstar do predador. Durante o terceiro ínstar de *C. externa*, verificou-se uma influência mais evidente da densidade da presa sobre a capacidade de predação; o número médio de pulgões consumidos por cada larva foi maior, à medida que se aumentou

Tabela 3. Consumo médio diário de pulgões *Aphis gossypii* em diferentes densidades por larvas de *Chrysoperla externa* em cultivares de algodoeiro

Densidade por planta ⁽²⁾	Consumo médio diário ⁽³⁾		
	Primeiro ínstar (média ± EP)	Segundo ínstar (média ± EP)	Terceiro ínstar (média ± EP)
1	4,8±0,68a	28,1±1,52a	86,0±0,61a
2	7,3±0,58b	32,9±1,86b	108,6±1,66b
3	9,4±0,96b	35,3±1,53b	124,4±3,95c
Média	7,2	32,1	106,3
F (tratamento)	9,8 ^{**}	11,7 ^{**}	92,7 ^{**}
CV (%)	55,7	18,3	10,3

⁽²⁾ Densidade para o primeiro ínstar: 1, 2 e 3 = 10, 15 e 20 pulgões, respectivamente; segundo ínstar: 1, 2 e 3 = 35, 40 e 45 pulgões e terceiro ínstar: 1, 2 e 3 = 100, 120 e 140 pulgões.

⁽³⁾ Médias originadas do consumo de *A. gossypii* por *C. externa* nas cultivares de algodoeiro Antares, CNPA 7H e Deltapine Acala 90. Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P > 0,05$); EP = erro padrão da média.

^{**} Teste F ($P = 0,05$).

a densidade da presa nas cultivares de algodoeiro (Tabela 3). Resultados semelhantes foram obtidos por Treacy *et al.* (1987) para larvas de *C. rufilabris* alimentadas com densidades de 5, 10 e 15 ovos de *H. zea* em cultivares de algodoeiro; por Kabissa *et al.* (1996) alimentando, respectivamente, larvas de terceiro estágio de *Mallada desjardinsi* (Navas) e *Chrysoperla congrua* (Walker) com ovos de *H. armigera* e pulgões *A. gossypii*, utilizando as densidades 5, 10, 15 e 20 e por Auad *et al.* (2001, 2003) alimentando *C. externa* com o pulgão *Uroleucon ambrosiae* (Thomas) nas densidades de 30, 40 e 50 na cultura de alface.

Resposta funcional de *C. externa* a diferentes densidades de *A. gossypii* em cultivares de algodoeiro

As relações entre as variáveis densidade da presa e consumo médio diário de pulgões *A. gossypii* por larvas de *C. externa* nas cultivares de algodoeiro Antares e Deltapine foram lineares para todos os seus ínstaes (Figs. 1, 2 e 3). Verificou-se que a medida que se aumentou o número de pulgões oferecidos, a capacidade de predação também foi incrementada, pois em altas densidades da presa, o número de encontros entre predador e presa é maior, propiciando menor tempo de busca (Isenhour e Yeargan 1981). O consumo médio apresentado por larvas mantidas na cultivar Deltapine Acala 90 na densidade de 10 pulgões foi menor, uma larva predou em média 3,4 pulgões, enquanto aquelas mantidas na cultivar Antares apresentaram consumo médio de 5,5 pulgões (Fig. 1). Para o primeiro e segundo ínstaes de *C. externa* houve uma tendência de estabilização no consumo de larvas alimentadas com o pulgão nas densidades 2 e 3 (Figs. 1, 2; Tabela 3), demonstrando uma resposta funcional do tipo II, que tem como característica o aumento do número de presas consumidas com as maiores densidades da presa, decrescendo no entanto quando se atinge um valor máximo. Auad *et al.* (2001) relataram observações semelhantes para *C. externa* alimentada com *U. ambrosiae* nas densidades de 30, 40 e 50 pulgões. No terceiro ínstar, a larva apresenta maior capacidade de predação, o consumo foi ascendente até a densidade 3, nesse caso, as três densidades de presa oferecidas não foram suficientes para causar a estabilização no consumo e ocorrer a diminuição do mesmo, o predador não se mostrou saciado com as densidades oferecidas (Figura 3). O aumento na capacidade de predação em função do incremento nas densidades de pulgões oferecidos ao predador evidenciou uma resposta funcional

linear positiva para todos os ínstaes de *C. externa* quando mantidas nas cultivares Antares e Deltapine Acala 90. Nordlund e Morrison (1990) e Auad (2001) demonstraram também o mesmo tipo de resposta, respectivamente, para *C. rufilabris* alimentadas com *A. gossypii* e ovos e lagartas de primeiro ínstar de *Heliothis virescens* (Fabr.) e para *C. externa* alimentada com o pulgão *U. ambrosiae*. No presente trabalho verificou-se altos coeficientes de determinação ($R^2 > 0,90$) para os ínstaes larvais nas cultivares Antares, CNPA 7H e Deltapine Acala 90, indicando bom ajuste das curvas aos dados (Figs. 1, 2, 3 e 4).

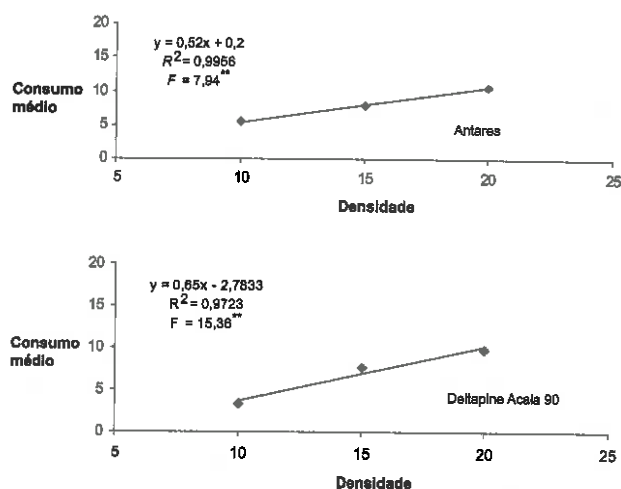


Figura 1. Curvas de regressão para resposta funcional de larvas de primeiro ínstar de *Chrysoperla externa* a diferentes densidades de *Aphis gossypii* em cultivares de algodoeiro.

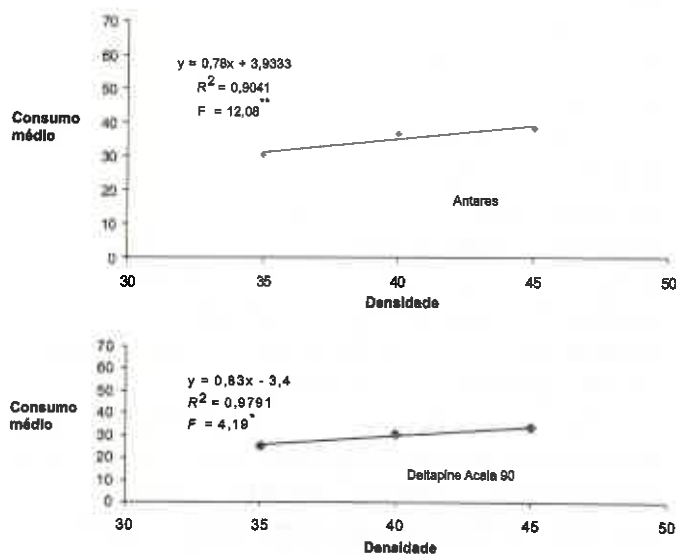


Figura 2. Curvas de regressão para resposta funcional de larvas de segundo ínstar de *Chrysoperla externa* a diferentes densidades de *Aphis gossypii* em cultivares de algodoeiro.

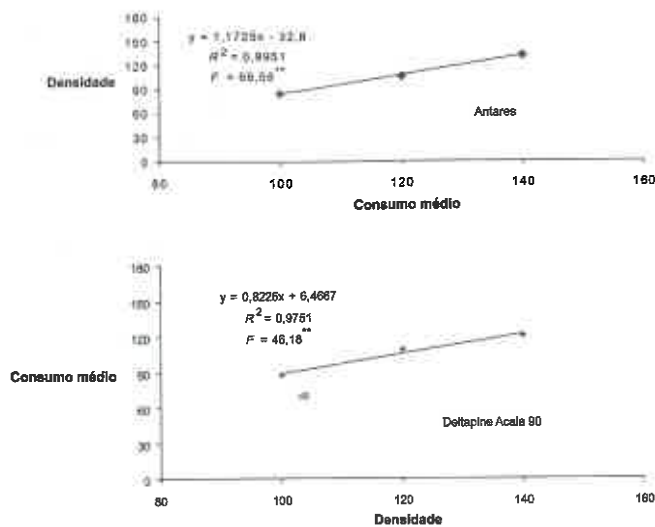


Figura 3. Curvas de regressão para resposta funcional de larvas de terceiro ínstar de *Chrysoperla externa* a diferentes densidades de *Aphis gossypii* em cultivares de algodoeiro.

Quando o predador foi mantido na cultivar CNPA 7H, o número de pulgões consumidos pelas larvas de primeiro ínstar foi independente da densidade a qual a presa foi oferecida (Fig. 4). Para larvas de segundo e terceiro ínstars, as relações entre as variáveis densidade da presa e consumo médio diário de pulgões, foram, respectivamente, linear e quadrática. As larvas de segundo ínstar apresentaram comportamento semelhante ao constatado para as demais larvas mantidas nas cultivares Antares e Deltapine Acala 90. Essas consumiram maior número de pulgões à medida que se ofereceram maiores densidades da presa, tendendo a estabilização na densidade 2 para 3. O aumento no consumo de pulgões da densidade 40 para 45 para larvas mantidas na cultivar CNPA 7H foi mais gradual, ocorrendo menor inclinação da curva nessas densidades em relação à das demais cultivares (Figs. 2 e 4). Durante o terceiro ínstar, o número de pulgões atacado pelo predador foi aumentando com a maior disponibilidade dessa presa, sofrendo tendência de redução até atingir estabilidade (Fig. 4). Esses resultados são similares àqueles observados por Fonseca *et al.* (2000) para *C. externa* alimentada com *S. graminum*.

Os tricomas das cultivares de algodoeiro avaliadas não causaram efeitos adversos sobre a capacidade predação de *C. externa*. É importante considerar que os estudos de resposta funcional foram realizados em condições de casa de vegetação, e proporcionaram maiores conhecimentos sobre a relação predador-presa e planta hospedeira. Planta, praga, inimigo natural e ambiente são quatro componentes de um sistema

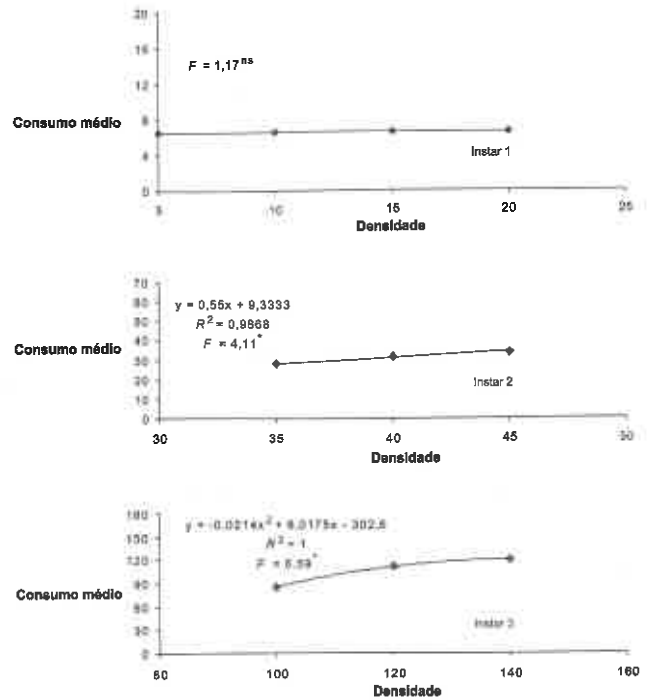


Figura 4. Curvas de regressão para resposta funcional de larvas de *Chrysoperla externa* a diferentes densidades de *Aphis gossypii* mantidas na cultivar de algodoeiro CNPA 7H.

interativo no controle biológico que são necessários serem compreendidos para a realização de programas de manejo integrado de pragas com sucesso (Duffey *et al.* 1986). Sugere-se, estudos da resposta funcional em campo, assim, os efeitos de outros predadores, a presença de presas alternativas e condições climáticas poderão também ser avaliados como fatores influenciando a eficiência de *C. externa*.

Literatura citada

- Aksnes, DL; Giske, J. 1993. On the significance of light in the predation process. In Nordic Workshop On Predation Processes And Predation Models, Stykkisholmur (Iceland). p. 156-168.
- Albuquerque, GS; Tauber, CA; Tauber, MJ. 1994. *Chrysoperla externa* (Neuroptera: Chrysopidae): life history and potential for biological control in Central and South America. *Biological Control* 4:8-13.
- Auad, AM; Freitas, S De, Barbosa, LR. 2001. Influencia de la dieta en la respuesta funcional de *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentadas com *Uroleucon ambrosiae* (Thomas) (Hemiptera: Aphididae). *Boletín Sanidad Vegetal Plagas* 27:455-463.
- _____; Freitas, S; Barbosa, LR. 2003. Potencial de alimentação de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera; Chrysopidae) em diferentes densidades de *Uroleucon ambrosiae* (Thomas, 1878) (Hemiptera, Aphididae). *Revista Brasileira de Entomologia* 47(1):15-18.
- Botrell, DG; Barbosa, P; Gould, F. 1998. Manipulating natural enemies by plant variety selection and modification: a realistic strategy? *Annual Review of Entomology* 43:347-367.

- Coll, M; Ridgway, RL. 1995. Functional and numerical responses of *Orius insidiosus* (Heteroptera: Pentatomidae) to its prey in different vegetable crops. *Annals of Entomological Society of America* 88(6):732-738.
- De Clercq, P; Mohaghegh, J; Tirry, L. 2000. Effect of host plant on the functional response of the predator *Podisus nigripinus* (Heteroptera: Pentatomidae). *Biological Control* 18:65-70.
- Duffey, SS; Bloem, KA; Campbell, BC. 1986. Consequences of sequestration of plant natural products in plant-insect-parasitoid interactions. In Boethel, DJ; Einkenbary, RD. eds. *Interactions of plant resistance and parasitoids and predators of insects*. New York, US, John Wileys & Sons. p. 31-60.
- Fonseca, AR; Carvalho, CF; Souza, B. 2000. Resposta funcional de *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com *Schizaphis graminum* (Rondani) (Hemiptera: Aphididae). *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil* 29(2):309-317.
- Gitonga, LM; Overholt, WA; Löhr, B; Magambo, JK; Mueke, JM. 2002. Functional response of *Orius albidipennis* (Hemiptera: Anthocoridae) to *Megalurothrips sjostedti* (Thysanoptera: Thripidae). *Biological Control* 24:1-6.
- Hare, JD. 1992. Effects of plant variation on herbivore-natural enemy interactions. In Fritz, RS; Simms, EL. ed. *Plant resistance to herbivorous and pathogens: ecology, evolution and genetics*. Chicago, US, The University of Chicago Press. p.283-284.
- Heneberry, TJ; Jech, LF. 2001. Cotton aphid biology and honeydew production. *Arizona Cotton Report*. The University of Arizona College of Agriculture and Life Sciences. Disponível em: < <http://ag.arizona.edu/pubs/crops/az1221/> > Acesso em: 30 nov. 2002.
- Ishenhour, DJ; Yeagan, KV. 1981. Predation by *Orius insidiosus* on the soybean thrips, *Sericothrips variabilis*: effect of prey stage and density. *Environmental Entomology* 10(4):496-500.
- Kabissa, JCB; Yarro, JG; Kayumbo, HY; Juliano, SA. 1996. Functional responses of two chrysopid predators feeding on *Helicoverpa armigera* (Lep.: Noctuidae) and *Aphis gossypii* (Hom.: Aphididae). *Entomophaga*, 41(2):141-51.
- Kuranishi, AK. 2002. Efeito de cultivares de algodoeiro sobre o desenvolvimento larval e capacidade predatória de *Cycloneda sanguinea* (Linnaeus) e *Hippodamia convergens* (Guerin-Meneville) (Coleoptera: Coccinellidae) alimentadas com *Aphis gossypii* (Glover) (Hemiptera: Aphididae). 2002. 44f. (Trabalho de Graduação em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal - SP.
- Legaspi, BC Jr; Carruthers, RI; Morales R, JA. 1996. Functional response as a component of dynamic simulation models in biological control: the *Catolaccus* boll weevil system. *Ecological-Modelling* 89(1-3):43-57.
- Legrand, A; Barbosa, P. 2000. Pea aphid (Homoptera: Aphididae) fecundity, rate of increase, and within-plant distribution unaffected by plant morphology. *Environmental Entomology* 29(5):987-993.
- Messina, FJ.; Sorenson, Suzann, M. 2001. Effectiveness of lacewing larvae in reducing Russian wheat aphid populations on susceptible and resistant wheat. *Biological Control*, Dordrecht, v.21, p.19-26.
- Mishra, BK; Mandal, SMA; Patnaik, NC; Mohanty, JN. 1994. Biology of *Chrysoperla carnea* on cotton aphid. *Indian Journal of Plant Protection* 22(2):148-50.
- Mohite, PB.; Uthamasamy, S. 1998. Host-plant resistance and natural enemies interaction in the management of *Helicoverpa zea* (Hübner) on cotton. *Indian Journal of Agricultural Research* 32:28-30.
- Morales R, JA; Cate, JR. 1992. Functional response of *Catolaccus grandis* (Burks) (Hymenoptera: Pteromalidae) in field cages. *Biological Control* 2(3):193-202.
- Nordlund, DA; Morrison, RK. 1990. Handling time, prey preference, and functional response for *Chrysoperla rufilabris* in the laboratory. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 57:237-42.
- Parajulee, MN; Phillips, TW; Hogg, DB. 1994. Functional response of *Lyctocoris campestris* (F.) adults: effects of predator sex, prey species, and experimental habitat. *Biological Control* 4:80-87.
- Powell, JE; Lambert, L. 1993. Soybean genotype effects on bigeyed bug feeding on corn earworm in the laboratory. *Crop Science* 33:556-559.
- Santos, TM; Boiça Júnior, AL; Maeda, LT. 2002. Efeito de tricomas de algodoeiro (*Gossypium* sp.) sobre a biologia e capacidade predatória de larvas de *Chrysoperla externa* alimentada com ovos de *Alabama argillacea*. *Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas* 6(2):537-544.
- Solomon, ME. 1949. The natural control of animal populations. *Journal of Animal Ecology* 18:1-35.
- Syendsen, MS; Nkegaard, A; Roedsgaard, HF. 1999. Influence of humidity on the functional response of larvae of the gall midge (*Feltiella acarisuga*) feeding on spider mite eggs. *Bulletin OILB-SROP* 22(1):243-246.
- Toscano, LC; Auad, AM; Figueira, LK. 2003. Comportamento de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) em genótipos de tomateiro infestados com ovos de *Bemisia tabaci* (Gennadius, 1889) biótipo B em laboratório. *Arquivos do Instituto Biológico* 70(1).
- Treacy, MF; Zummo, GR; Benedict, JH. 1985. Interactions of host-plant resistance in cotton with predators and parasites. *Agriculture, Ecosystems, and Environment* 13:151-7.
- _____; Benedict, JH; Lopez, JD; Morrison, RK. 1987. Functional response of a predator (Neuroptera: Chrysopidae) to bollworm (Lepidoptera: Noctuidae) eggs on smoothleaf, hirsute, and pilose cottons. *Journal of Economic Entomology* 80:376-379.
- Xia, JY; Werf, W van Der, Rabbinge, R. 1999. Influence of temperature on bionomics of cotton aphid, *Aphis gossypii*, on cotton. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 90:25-35.

Caracteres agronómicos afectados por la aparición de *Steneotarsonemus spinki* en arroz en Cuba

Ileana Miranda Cabrera¹
Arais Fernández²
Ernestina Solórzano²
Jorge L. Hernández³

Resumen. En este artículo se presenta la capacidad máxima de incremento de la población del ácaro *Steneotarsonemus spinki* Smiley (Acari: Tarsonemidae) en arroz obtenido del cruce de una variedad cultivada resistente (LC8866) con una susceptible (Perla de Cuba). Se indican los principales caracteres agronómicos afectados por la aparición de esta plaga. Aunque se encontró una población de hasta 759 individuos, solo se alcanzó un promedio de $12,7 \pm 11,29$ y una tasa máxima de 24 ácaros por planta. El peso de los granos y el grado de granos vanos y manchados fueron los caracteres agronómicos que más se relacionaron con la sintomatología producida por *S. spinki*.

Palabras clave: arroz, caracteres agronómicos, *Steneotarsonemus spinki*.

Abstract. Agronomic characters affected by *Steneotarsonemus spinki* in rice in Cuba. We present the maximum population growth capacity of *Steneotarsonemus spinki* Smiley (Acari: Tarsonemidae) mites in rice obtained from crossing a resistant cultivar (LC8866) with a susceptible one (Perla from Cuba). Although the population found comprised 759 individuals, only an average of 12.7 ± 11.29 and a maximum rate of 24 mites by plant were reached. The weight of the grains and the degree of vain and spotted grains were the agronomic characteristics most related to the presence of *S. spinki*.

Key words: Agronomical characteristics, rice, *Steneotarsonemus spinki*.

Introducción

Desde su aparición en Cuba, el ácaro *Steneotarsonemus spinki* Smiley (Acari: Tarsonemidae) ha sido asociado con síntomas como un gran número de panículas vanas, erectas o manchadas, y la pudrición visible en las vainas de las hojas banderas (Ramos y Rodríguez 1998). Almaguel *et al.* (2000) señalan que este ácaro fue el causante de los altos niveles de vaneado del grano y la disminución de los rendimientos en varias zonas arroceras del municipio Bauta, La Habana, Cuba. No obstante, no ha sido claro cuáles factores asociados al rendimiento son los más afectados por la presencia de *S. spinki*.

Una vez reconocido el efecto que produce el ácaro fitófago en el arroz, se realizaron diferentes estudios para conocer su dinámica y los factores que

inciden en su crecimiento. Ramos y Rodríguez (2001) lo asocian con la fenología del cultivo, y Miranda *et al.* (2003) señalan los componentes del clima que más inciden en la fluctuación de *S. spinki* para Cuba.

Este ácaro continúa apareciendo en las regiones de Asia (Rao *et al.* 2000, Xu *et al.* 2001) y América, en zonas como Chiriquí, en Panamá (Watts 2004), y Guanacaste, en Costa Rica (ACA 2004), por lo que las investigaciones acerca esta especie son cada vez más importantes.

La gran proliferación y diseminación de *S. spinki*, su corto ciclo de vida y el lugar donde se desarrolla en la planta dificultan su control químico o biológico (Leyva *et al.* 2003). Se han evaluado varios compuestos químicos para controlar esta plaga, pero ninguno de ellos ha demostrado ser completamente eficaz (Ramos

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 Grupo Fisiopatología, Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria, (CENSA), Apartado 10, San José de las Lajas, La Habana, Cuba. arais@censa.edu.cu, esolorza@censa.edu.cu

³ Instituto de Investigaciones del Arroz (IIA). Autopista del Mediodía Km 16 ^{1/2} Bauta. Cuba. iiaarroz@sabecihabana.cu

et al. 2002). Por ello, se inició en Cuba un nuevo período de trabajos de mejoramiento genético en busca de variedades cultivadas de arroz resistentes al ácaro.

Los cultivares Blue Bonnet 50 y Century Patna 231 se introdujeron en Cuba en 1997. Desde entonces, aumentó la importancia económica del cultivo de arroz (Alfonso *et al.* 2001). Lamentablemente, estos cultivares ofrecieron poca resistencia a las enfermedades y fueron sustituidos por los cultivares mejorados IR8, IR160, IR480 e IR880-c9, procedentes del Instituto Internacional de Investigaciones del Arroz (IRRI) en Filipinas, y los cultivares Cica 4 y Naylamp, procedentes del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) en Colombia.

A partir de 1985, el objetivo fundamental del mejoramiento consistió en aumentar el rendimiento y la calidad del grano y crear cultivares resistentes al insecto *Tagosodes orizicolus* Muir (Vivas y Clavijo 2000). Con este fin, se realizaron en el país 3149 cruzamientos y se liberaron nueve variedades (Suárez *et al.* 1998, Alfonso *et al.* 2001). Durante 1989, en variedades con un comportamiento general aceptable, se comenzó a emplear la inducción de mutaciones para el mejoramiento de algunos caracteres, como la resistencia a la salinidad y la sequía (Deus *et al.* 1996, Suárez *et al.* 2000).

En estos momentos, se dispone de una amplia variedad genética, creada a través de hibridaciones de inducción de mutaciones y la introducción de foráneos que están siendo evaluados en una primera fase estudio (Suárez *et al.* 2001).

Sin embargo, se hace necesario un completo estudio varietal para establecer las variedades resistentes en correspondencia con las cantidades halladas de *S. spinki*. Los objetivos del presente trabajo consisten en establecer los parámetros del rendimiento del arroz más afectados por la presencia del ácaro, y mostrar que el cruce entre una variedad susceptible y una resistente disminuye los niveles de este.

Materiales y métodos

El trabajo se desarrolló en el Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria, en Cuba. Se trabajó con una progenie F_2 proveniente de un cruce entre el cultivar resistente LC8866 y el susceptible Perla de Cuba. Un total de 200 plantas fueron sembradas en cuatro cajuelas de 50 x 50 cm con suelo ferralítico rojo esterilizado, con mallas antiáfidos, con una temperatura media de 28 °C y humedad relativa de 80%. Se asperjaron 20 secciones de vainas de arroz de 2 cm cada una, infestadas con el ácaro *S. spinki*, sobre la progenie F_2 .

Se evaluaron 110 plantas F_2 , a las cuales se les midió diferentes caracteres agronómicos asociados con el rendimiento: peso del grano, número de hijos, número de granos llenos, número de granos vanos y el manchado en granos y vainas, de acuerdo con el porcentaje de granos afectados y con una gradología previamente establecida por Hernández (1998). Además, se determinó el nivel de tolerancia de esta población F_2 a *S. spinki*, contando bajo un estereoscopio el número de huevos, larvas activas e inactivas, adultos hembras y machos. Esta evaluación se realizó individualmente para cada planta.

Mediante un análisis discriminante (Martel y Diez Vegas 1996), se determinaron los parámetros de rendimiento asociados a la presencia o ausencia de la población total de *S. spinki*. Se calculó el intervalo de confianza y el valor máximo de la densidad, comparándolos con otras variedades. Además, para demostrar el bajo crecimiento del fitófago en las plantas de la progenie F_2 , se calculó la tasa intrínseca de incremento y la capacidad máxima de incremento mediante un modelo logístico (Sharov 1999). Para los análisis estadísticos se empleó el paquete STATISTICA 5.1 (StatSoft 1998).

Resultados y discusión

La presencia del ácaro fitófago *S. spinki* correspondió con las afectaciones en el peso del grano, el aumento del manchado del grano y el grado de vaneo (Cuadro 1).

Cuadro 1. Caracteres agronómicos significativos en relación con la presencia o ausencia de *Steneotarsonemus spinki*

Caracteres agronómicos	Lambda de Wilks	Lambda parcial	F-remove (1,102)	Nivel de significación
Peso del grano	0,85830617	0,93660372	6,90411377	0,00992671
No. de hijos	0,80568945	0,99777007	0,22796345	0,63405955
Granos llenos	0,81349504	0,98819631	1,21835446	0,27228105
Granos vanos	0,86642551	0,92782676	7,93431473	0,00582482
Manchado del grano	0,84934652	0,94648385	5,76728821	0,01813738
Vainas manchadas	0,812778	0,98906809	1,12737823	0,2908428
Grado de manchado de las vainas	0,82452768	0,97497368	2,61821151	0,10873181

Tarang y Honarnejad (2002) evaluaron los parámetros rendimiento del grano, altura de la planta, longitud de la panícula y granos vanos y llenos en seis generaciones que incluyen los parentales, F₁, F₂, BC₁ y BC₂. De este análisis resultó que, entre los caracteres útiles para la selección de futuras generaciones, se encontraban los granos llenos y vanos, siendo este último un caracter significativo en nuestro estudio.

La población de *S. spinki* en las plantas evaluadas varió entre 0 y 759 individuos, aunque el valor máximo solo se alcanzó en una planta. El valor promedio de individuos por planta fue de 12,7 ± 11,29. Este valor es similar a los obtenidos en el cultivar Reforma al final de la fase vegetativa y durante la fase reproductiva (11,67 y 12,67 ácaros por planta, respectivamente; Botta *et al.* 2002), lo cual demostró que el comportamiento de *S. spinki* en los individuos obtenidos por el cruce fue muy similar al de un cultivar resistente.

Mediante el modelo logístico se obtuvo:

$$y = \frac{23,99}{1 + 0,096 \cdot e^{-0,159 \cdot t}}$$

El gráfico de dicho modelo muestra que la capacidad máxima de incremento (23,99) coincide con el valor máximo poblacional que se obtiene como promedio (12,7 ± 11,29), lo cual indica que el cruce entre variedades logra reducir la incidencia del ácaro (Fig. 1) si se comparan estos valores con los de 'Perla de Cuba' (Miranda *et al.* 2003).

Estos estudios de cruzamientos son aún preliminares y están motivados por la redefinición de los objetivos de mejoramiento que se han hecho en el país (Suárez *et al.* 2001). Además, la tasa de incremento ($r = 0,159$) no es lo suficientemente baja como para afirmar que en plantas provenientes de cruzamientos entre variedades resistentes y susceptibles *S. spinki* tomará valores por debajo de un umbral económico.

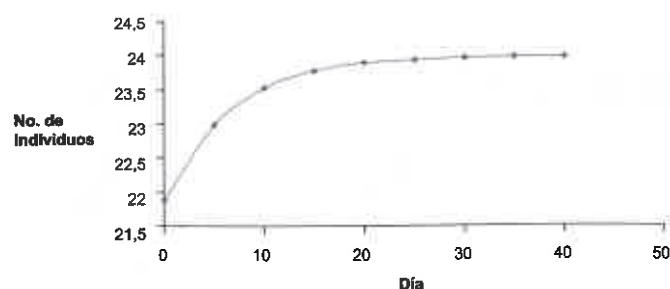


Figura 1. Modelo logístico del incremento de *Steneotarsonemus spinki* en las plantas de la progenie F₂.

Aunque el hecho de que el cruzamiento entre variedades resistentes y susceptibles logre disminuir la incidencia de *S. spinki* es solamente un resultado preliminar, debe tomarse en cuenta en estudios futuros de variedades cultivadas en el área caribeña. En Cuba, se continúa realizando cruzamientos entre variedades promisorias en cuanto a resistencia para lograr plantas que presenten buenos caracteres agronómicos y niveles bajos del fitófago.

Literatura citada

- Alfonso, R; Pérez, R; Ramírez, Esther; Rodríguez, S; Suárez, E. 2001. IACuba 23 e IACuba 24, nuevas variedades de arroz de ciclo medio para bajos insumos de agua y fertilizantes con su agrotécnica de explotación. Revista Cubana del Arroz 3(1):22-26.
- 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.
- Asociación de Cultivadores de Arroz (ACA). 2004. Noticias sobre el arroz en el mundo. Informe de arroz. Disponible en <http://www.aca.com.uy/informe>
- Botta, E; Almaguel, L; Hernández, J; De la Torre, P. 2002. Evaluación del comportamiento de *Steneotarsonemus spinki* en diferentes variedades de arroz. In Encuentro Internacional de Arroz (2, 2002, La Habana, CU). Memorias. p. 188.
- Deus, JE; Pérez, R; Suárez, E; Padrón, E. 1996. Breeding for grain quality and earliness in rice by induced mutations. In Use of mutation techniques for improvement of cereals in Latin-America. IAEA. Viena, FAO-International Atomic Energy Agency. v. 859, p. 9-16.
- Hernández, JL. 1998. Puntualización de un método de screen y determinación de fuentes de resistencia al síndrome del vaneo del grano y pudrición de la vaina. In Encuentro Internacional de Arroz IIA (1, 1998). La Habana, Cuba. p. 38-39.
- Leyva, Y; Zamora, N; Álvarez, E; Jiménez, M. 2003. Resultados preliminares de la dinámica poblacional del ácaro *Steneotarsonemus spinki*. Revista Electrónica. Granma Ciencia. 17(1):1-6.
- Martel, JP; Diez Vegas, FJ. 1996. Probabilidad y Estadística en Medicina: Aplicaciones en la práctica clínica y en la gestión sanitaria. Madrid, ES, Ed. Díaz de Santos. 385 p.
- Miranda, I; Ramos, M; Fernández, BM. 2003. Factores que influyen en la abundancia de *Steneotarsonemus spinki* en arroz, en Cuba. Manejo Integrado de Plagas. 60:34-37.
- Ramos, M; Rodríguez, H. 1998. *Steneotarsonemus spinki* (Acari: Tarsonemidae): Nuevo informe para Cuba. Revista de Protección Vegetal 13(1):25-28.
- _____; Rodríguez, H. 2001. Aspectos biológicos y ecológicos de *Steneotarsonemus spinki* en arroz, en Cuba. Manejo Integrado de Plagas 61:48-52.
- _____; González, MC; Castillo, D. 2002. Population study of rice tarsonemid mite on three varieties of rice in Cuba. In Encuentro Internacional de Arroz (2, 2002, La Habana, CU). Memorias. p. 183-186.

- Rao, PRM; Bhavani, B; Rao, TRM; Reddy, PR. 2000. Spikelet sterility/grain discoloration in rice in Andhra Pradesh, India. IRRN. Notes From the field 25(3):40.
- Sharov, A. On line Course on Cuantitative Population Ecology. 1999. Disponible en <http://www.gypsymoth.ento.vt.edu/~sharov/PopEcol/popecol.html>.
- StatSoft, Inc. 1998. STATISTICA for Windows. Versión 5.1. Estados Unidos.
- Suárez, E; Pérez,; Alfonso, R; Mesa, H; Deus, JE; Cruz, F; Peña, R; Hernández, JL; Pérez, AV; Avila, J; Castillo, D; Hernández, AA; Leyva, B; Sánchez, S; Suárez, D. 1998. IACuba 18 e IACuba 20, nuevas variedades de arroz de ciclo corto. Encuentro Internacional de Arroz (1). Libro de resúmenes. La Habana, CU, Instituto de Investigaciones del Arroz. p. 152-153.
- _____; Deus, JE; Pérez, R; Alfonso, R; Hernández, R; Avila, J; Hernández, JL; Puldón, V; Duany, A; Reinoso, J; Mesa, H; Rodríguez, S. 2000. Mejoramiento genético del arroz mediante inducción de mutaciones. Revista Cubana del Arroz 2(3):17-23.
- _____; Deus, JE; Reinoso, J; Pérez, R; Ávila, J; Puldón, V; Hernández, JL; Peña, R; Castillo, D; Cruz, F; Hernández, AA; Duany, A. 2001. IACuba 28: Variedad mutante de arroz para el cultivo en aniego con su tecnología de explotación. In International Symposium on Nuclear and Related Techniques (3, 2001, La Habana, CU). Proceedings.
- Tarang, A; Honarnejad. 2002. Gene effects in controlling quantitative characteristics in rice (*Oryza sativa* L.). In Encuentro Internacional de Arroz (2, 2002, La Habana, CU). Memorias. La Habana, Cuba. p. 30.
- Vivas, LE; Clavijo, S. 2000. Fluctuación poblacional de *Tagosodes orizicolus* (Muir) 1926 (Homoptera: Delphacidae) en el sistema de riego Río Guárico, Calabozo, estado Guárico, Venezuela. Boletín Entomol. Venez 15(2):217-227.
- Watts, V. 2004. Explican a productores riesgo del ácaro spinki. El Panamá América - EPASA. Consultado en 7 ago. 2004. Disponible en <http://www.elpanamaamerica.com.pa/archive/08072004/provin03.html>.
- Xu, GL; Wu, HJ; Huan, ZI; Mo, GM; Wan, M. 2001. Study on the reproductive characteristics of rice tarsonemid mite *Steneotarsonemus spinki* Smiley (Acari: Tarsonemidae). Acarology Bulletin 6(3):45-50.

Identificación de posibles biotipos de *Tagosodes orizicolus* en diferentes zonas arroceras de Colombia

Rafael Meneses¹
Luis Reyes²
Lee Calvert¹
Mónica Triana¹
Maritza Cuervo³
Myriam Cristina Duque¹

RESUMEN. Se efectuaron cinco ensayos con el objetivo de obtener información para determinar la probabilidad de un nuevo biotipo de *T. orizicolus* en las diferentes zonas arroceras de Colombia. El estudio se realizó en el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) durante los años 1999 y 2000, con tres colonias de *T. orizicolus* recolectadas en las zonas arroceras de la parte norte (Saldaña) y sur (Lérida) del Departamento de Tolima y en el Valle del Cauca (Jamundí), Colombia. Los insectos provenían de lotes a los cuales no se les aplicaron insecticidas. No se observaron diferencias significativas en la agresividad (daño mecánico) de las tres colonias de la plaga a los 5 y 10 días posteriores a la siembra. En relación con la transmisión del Virus hoja blanca (VHB), no se presentaron diferencias significativas entre colonias. Para ambos sexos, la duración del estado ninfal y ciclo de vida fueron similares. Mediante el uso de RAPD no se obtuvieron diferencias entre las sogatas de las tres colonias, pero sí entre *T. orizicolus* y *T. cubanus*. El porcentaje de control y el tiempo letal 50 y 90 cambian dependiendo del insecticida aplicado, pero las tres colonias responden homogéneamente a cada tratamiento. Se concluye que ninguna de las tres colonias representa un nuevo biotipo de *T. orizicolus* para Colombia.

Palabras clave: virus hoja blanca, arroz, control químico.

ABSTRACT. Identification of possible *Tagosodes orizicolus* biotypes in rice-growing areas of Colombia. Five trials were carried out to gather information to help determine whether a new biotype of *T. orizicolus* exists in the different rice-growing areas of Colombia. Three colonies of *T. orizicolus* were collected in rice-growing areas of northern Tolima (Saldaña), southern Tolima (Lérida), and Valle de Cauca (Jamundí) and studied at the International Center for Tropical Agriculture (CIAT) (1999-2000). The insects came from fields that had not been sprayed with pesticides. No significant differences in aggressiveness (mechanical damage) were observed among the three colonies of *T. orizicolus* at 5 and 10 days after planting, nor were significant differences observed among colonies regarding the transmission of the Rice hoja blanca tenuivirus (RHBV). Disease expression varied depending on the rice variety. The duration of the nymphal stage and insect life cycle were similar for male and female *T. orizicolus*. The use of RAPDs did not show differences among the insects of the three colonies, but differences were observed between *T. orizicolus* and *T. cubanus*. The percentage of control and LD₅₀ and LD₉₀ changed depending on the insecticide applied; however, the three colonies responded similarly to all treatments. Based on these trials, it can be concluded that none of the three colonies represent a new *T. orizicolus* biotype for Colombia. A general control strategy for *T. orizicolus* can therefore be designed to cover the three regions.

Key words: Rice hoja blanca tenuivirus, rice, chemical control.

¹ Proyecto de Arroz. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) A. A. 6317. Cali, Colombia. r.meneses@cgiar.org

² Federación Nacional de Arroceros (FEDEARROZ) Colombia.

³ Unidad de Virología. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) A. A. 6317. Cali, Colombia.

Introducción

Durante 1960, se recolectaron en la zona arrocera de Sancti-Spiritus, Cuba, más de 300 individuos de *Tagosodes orizicolus* (Homoptera: Delphacidae) en 10 pases simples de jama, lo cual representa una alta población del insecto. Entre 1971 y 1973, también se observó una población elevada de la plaga; en ese período, se efectuaron entre 10,30 y 6,53 aplicaciones de insecticida por área, en una extensión arrocera de 30000 ha, pero a partir de 1975, con la introducción de variedades resistentes, épocas de siembra y mejores labores agrotécnicas, disminuyeron hasta menos de 0,5 aplicaciones. A partir de 1987, no se ha realizado ningún control químico contra *T. orizicolus* en ese país (Gómez y Meneses 1976, Meneses *et al.* 1991).

En varios países de América Latina (Colombia, Costa Rica, Ecuador, Venezuela), desde los años 60 y, recientemente, durante las décadas de los 80 y 90, los daños ocasionados por este insecto y por el Virus hoja blanca (RHBV, acrónimo de *Rice hoja blanca tenuivirus*) se han incrementado, lo que ha resultado en que los agricultores utilicen varios métodos de combate, y fundamentalmente el químico (Samper 1968, Gavidia 1970, Blanco y González 1974, Vargas 1985, Zeigler *et al.* 1988, Vergel *et al.* 1993, Espinoza 1995, Fedearroz 1997, Reyes *et al.* 1997, Calvert y Reyes 2000, Meneses *et al.* 2001). Según Sogawa *et al.* (1984), a pesar de que la resistencia a *Nilaparvata lugens* ha sido un componente importante en el manejo integrado de esta importante plaga del arroz en Asia, el cultivo se ha visto amenazado en varios países del área (Filipinas, Tailandia, Indonesia) por la presencia de nuevos biotipos de insectos.

Arias *et al.* (1992) señalaron que investigadores del IRRI (International Rice Research Institute) han confirmado que la adaptación de especies de insectos frente a variedades resistentes ocurre a través de un proceso de selección, lo cual ha sido observado en diversos cultivos, entre ellos el arroz, abriendo esto la posibilidad para el desarrollo de nuevos biotipos.

Las diferencias morfológicas, citogenéticas y de comportamiento alimentario en la colonia de *Sogatodes orizicola* (= *T. orizicolus*) proveniente del Sur de Yara (área arrocera de la zona oriental de Cuba) permite afirmar que en dicha zona se ha presentado un nuevo biotipo del insecto, capaz de desarrollarse en un futuro sobre las variedades con cierta resistencia a la plaga (Meneses *et al.* 1991).

Las pruebas de marcadores moleculares sobre el DNA (PCR) han sido incorporadas en varios sistemas y cumplen un papel muy importante para el futuro del mejoramiento de especies vegetales de interés agronómico; además, contribuyen al conocimiento taxonómico, la variación genética y los estudios evolutivos de artrópodos (Williams *et al.* 1990).

Por lo anteriormente citado se realizó esta investigación, que constituye la primera en Colombia, donde se evaluaron diversos aspectos de tres colonias de *T. orizicolus*, con los siguientes objetivos:

- Determinar el nivel de daño ocasionado por la alimentación de *T. orizicolus* en diferentes cultivares: IR-8, Fedearroz 50, Oryzica 1, Oryzica Caribe 8 y Oryzica Llanos 5.
- Evaluar la reacción al RHBV de 'Fedearroz 2000', 'Colombia XXI', 'Fedearroz 50', 'Colombia 1' y 'Bluebonnet 50'.
- Precisar las diferencias en algunos parámetros biológicos de *T. orizicolus*.
- Determinar el control ejercido por diferentes insecticidas.
- Establecer diferencias en *T. orizicolus* de zonas arroceras de Colombia mediante técnicas moleculares.

El objetivo final de todos los experimentos fue recopilar información para determinar la probabilidad de un nuevo biotipo de *T. orizicolus* en las diferentes zonas arroceras de Colombia.

Materiales y métodos

La investigación se realizó en condiciones semicontroladas de los laboratorios, invernaderos y casas de malla del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), entre 1999 y 2000, con tres colonias de *T. orizicolus* recolectadas en las zonas arroceras del norte y sur del Departamento del Tolima (Saldaña y Lérica) y del Valle del Cauca (Jamundí). Los insectos provenían de lotes arroceros a los cuales no se les aplicó insecticidas. El pie de cría se desarrolló por el método secuencial de cría, en jaulas de malla de 80 x 80 x 90 cm, en cuyo interior se situaron plantas de arroz 'Bluebonnet 50' como alimento para los insectos. En los locales de trabajo, la temperatura promedio fue de 27 a 28 °C y la humedad relativa del 75 al 80%. Los insectos se mantuvieron en fase de multiplicación por seis meses. Se obtuvo dos grupos de *T. orizicolus*, uno libre de virus y otro virulento.

La investigación constó de cinco experimentos: —Alimentación de *T. orizicolus* sobre diferentes cultivares de arroz (daño mecánico).

- Evaluación de cultivares por su resistencia al RHBV.
- Determinación de algunos aspectos biológicos de las tres colonias de *T. orizicolus* (Saldaña, Lérída y Jamundí).
- Eficacia de diferentes insecticidas en el control de los adultos de *T. orizicolus*.
- Evaluación de *T. orizicolus* mediante RAPD.

Alimentación de *T. orizicolus* sobre diferentes cultivares de arroz (daño mecánico)

Este ensayo se realizó en el invernadero del CIAT, desde noviembre del 1999 hasta junio del 2000, siguiendo el método de evaluación de Weber (1988). Se evaluaron los cultivares IR-8, Fedearroz 50, Oryzica Caribe 8, Oryzica 1 y Oryzica Llanos 5, los cuales se sembraron al azar en bandejas plásticas de 50x25x8 cm. Para cada variedad se sembraron tres surcos continuos de 20 plantas, espaciados por 3 cm, con cuatro repeticiones por colonia. Las bandejas fueron transferidas a las jaulas y se infestaron con 1200 adultos no virulíferos de *T. orizicolus* (240 insectos/cultivar). La infestación se realizó en un caso a los cinco y en el otro a los diez días después de la emergencia de las plantas.

Las evaluaciones se llevaron a cabo a los 21, 23, 27 y 29 días después de la infestación (ddi) para las dos épocas de infestación de *T. orizicolus*. La comparación entre colonias y variedades fue determinada mediante el análisis de chi cuadrado.

Evaluación de cultivares por su resistencia al RHBV

Este experimento también se realizó en los invernaderos del CIAT, desde diciembre de 1999 hasta Julio del 2000. Los adultos de *T. orizicolus* pertenecieron a las mismas colonias, procedentes de las mismas tres localidades. Se infestaron cinco cultivares a los siete días después de la emergencia.

Se utilizaron los cultivares Fedearroz 2000, Colombia XXI, Fedearroz 50, Bluebonnet 50 (testigo susceptible) y Colombia 1 (testigo resistente), los cuales se sembraron al azar en bandejas plásticas de 50x25x8 cm. Para cada variedad se sembró tres surcos continuos de 15 plantas, espaciados por 3 cm, con cuatro repeticiones por colonia.

Antes de la infestación, se determinó por ELISA y sobre plantas individuales la virulencia de cada una de las colonias, obteniéndose los siguientes resultados: Colonia Jamundí (78 y 86,6%), Colonia Saldaña (77%) y Colonia Lérída (79 y 88%). Las bandejas

fueron transferidas a jaulas y se infestaron con 900 insectos de *T. orizicolus* por bandeja (4 insectos/planta). Se le permitió a los insectos alimentarse por 5 días sobre los materiales y luego fueron eliminados con la aplicación de carbofurán granulado.

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar y se realizó un análisis de varianza y pruebas de comparación múltiple. Las evaluaciones se realizaron a los 11, 18 y 25 ddi, y se contó el número de plantas que presentaron síntomas por cada cultivar.

Determinación de algunos aspectos biológicos de las tres colonias de *T. orizicolus* (Saldaña, Lérída y Jamundí)

El estudio de la biología de los insectos es uno de los principales aspectos del manejo integrado de plagas, pues mediante esta información se puede utilizar diferentes tácticas en el control del insecto. En este ensayo se determinaron algunos parámetros biológicos de *T. orizicolus*, fundamentalmente aquellos relacionados con el incremento de la población de la plaga.

De cada una de las colonias de *T. orizicolus* se recolectaron 100 ninfas del quinto instar, y se colocó cada una de las colonias en una jaula pequeña con plantas de arroz de 25 días de emergidas, del mismo cultivar. Las ninfas se mantuvieron en estas condiciones hasta su arribo al estado adulto. Al día siguiente se situó una pareja de adultos (hembra y macho) en plantas de arroz de 'Bluebonnet 50', cubiertas por un cilindro de acetato, manteniéndolos en alimentación sobre esa planta por cuatro días. Transcurrido este tiempo se retiró la pareja de la planta y se la colocó en otra con condiciones similares, cambiándola diariamente, y así sucesivamente hasta el final del ciclo de la hembra.

Las evaluaciones se realizaron desde noviembre de 1999 hasta agosto del 2000 (cuatro repeticiones en el tiempo). En cada una de ellas, se registró diariamente la fecha de oviposición y emergencia de las ninfas, con el objetivo de determinar la duración del estado ninfal. Después de la emergencia, se cuantificó el total de ninfas emergidas, para conocer el total por hembra. La duración del estado adulto se determinó de forma similar.

Eficacia de diferentes insecticidas en el control de los adultos de *T. orizicolus*

Este experimento se realizó en condiciones semicontroladas de casa de malla del CIAT, con el objetivo de determinar si el control de los adultos de *T. orizicolus*

mediante la aplicación de diferentes insecticidas estaba influido por la zona de proveniencia de los insectos (norte y sur del Tolima, y Valle). Se realizaron tres repeticiones en el tiempo (enero a junio del 2000).

Se emplearon macetas de 10 cm de diámetro, en las que se sembraron tres plantas de arroz de la variedad Bluebonnet 50. Los insecticidas se aplicaron a los 25 días de la emergencia de las plantas, con un microaspersor de presión constante (Cuadro 1).

Cuadro 1. Insecticidas aplicados para el control de *Tagosodes orizicolus*

Insecticida	Clase	Formulación	Dosis (ml/ha)
Etofenprox	C-H-O	10 EW	700
Imidacloprid	Cloronicotinil	350 SC	100
Cipermetrina	Piretroide	200 EC	500
Monocrotofos	Organofosforado	600 EC	1000
Clorpirifox	Organofosforado	4 EC	1000
Tiametoxan	Nitroguanidina	25 WG	100*
Acetamiprid	Cloronicotinil	20 SP	150*
Testigo (sin aplicación)			

*En g/ha.

Inmediatamente después de la aplicación de los insecticidas se colocaron 20 adultos de *T. orizicolus* (hembras y machos) en cada maceta, y se cubrieron las plantas con tubo de acetato. Se hicieron cuatro repeticiones por tratamiento. Las evaluaciones de mortalidad de los adultos de *T. orizicolus* comenzaron tres horas después de la aplicación; hubo aplicaciones diarias hasta que la mortalidad de los insectos se mantuvo estable.

La comparación del porcentaje de mortalidad de *T. orizicolus* entre las tres colonias y los insecticidas se determinó mediante el análisis de ANOVA y el tiempo letal con análisis de Probit (CIAT 1999).

Evaluación de *T. orizicolus* mediante RAPD

Mediante la identificación de marcadores moleculares (RAPD y PCR) en el ADN de los insectos es posible diferenciar entre especies. Se evaluaron sesenta iniciadores de los kits de Operon, OPO, OPN, OPL, OPM, y OPP (Operon Technologies, California, EUA), disponibles en el Laboratorio de Virología del CIAT, con muestras de insectos de zonas arroceras como Jamundí (Valle del Cauca), Huila (zona central de Colombia) y Magdalena (costa norte de Colombia). Se incluyó otra especie de *Tagosodes*, *T. cubanus*, como patrón de diferenciación con *T. orizicolus*.

Resultados y discusión

Alimentación de *T. orizicolus* sobre diferentes cultivares de arroz (daño mecánico)

Agresividad a los 5 días después de la emergencia

Los datos obtenidos indican que cuando los cultivares evaluados —con excepción de Fedearroz 50— son infestados a los 5 días después de la emergencia, presentan una alta mortalidad de plantas con las tres colonias de *T. orizicolus*.

Al analizar la agresividad de las tres colonias, se aprecia que no existe diferencia entre ellas en ninguna de las fechas evaluadas, y que a partir de los 21 ddi el cultivar Fedearroz 50 presentó una alta resistencia, la cual se mantuvo para todas las fechas de evaluación.

Agresividad a los 10 días después de la emergencia

De forma similar a la evaluación a los cinco días, no se aprecian grandes diferencias en la agresividad de todas las colonias de *T. orizicolus*, aunque para el cultivar IR-8 la colonia del Valle resultó ser más agresiva y, nuevamente, la variedad Fedearroz 50 infestada a los 10 días después de la emergencia confirma su resistencia ante todas las colonias.

Fedearroz 50 presenta diferencias significativas con el resto de los cultivares. Este cultivar mostró una alta resistencia al daño mecánico del insecto (Fig. 1).



Figura 1. Evaluación de daño mecánico ocasionado por *Tagosodes orizicolus*. Plantas verdes del cultivar Fedearroz 50.

Evaluación de cultivares por su resistencia al RHBV

Los resultados de todas las evaluaciones para las tres colonias (Lérida, Saldaña y Jamundí) fueron similares para el valor obtenido por los diferentes cultivares. Hubo diferencias significativas entre los cultivares (Cuadro 2). 'Bluebonnet 50' y 'Colombia XXI' fue-

ron altamente susceptibles, alcanzando 99,4% y 85% de plantas con síntomas a los 25 ddi. El cultivar Fedearroz 2000 fue significativamente diferente a las otras variedades y superó al testigo resistente Colombia 1 en la edad de expresión de síntomas y en la intensidad de los mismos.

Cuadro 2. Porcentaje de plantas con síntomas de RHBV

Variedad cultivada	Reacción al RHBV	% de plantas con RHBV		
		11 ddi*	18 ddi	25 ddi
Fedearroz 2000	Resistente	5,1 d	38,1 d	43,6 d
Colombia 1	Resistente	15,7 c	62,8 c	66,1 c
Fedearroz 50	Resistente	27,8 c	60,8 c	66,5 c
Colombia XXI	Intermedia	34,0 b	80,9 b	85,0 b
Bluebonnet 50	Susceptible	86,6 a	96,3 a	99,4 a

* Días después de la infestación.

Determinación de algunos aspectos biológicos de las tres colonias de *T. orizicolus*

La duración del estado ninfal en las tres colonias fue bastante similar, tanto para las hembras como para los machos, ambos de entre 14,0 y 14,6 días (Cuadro 3).

Cuadro 3. Duración del ciclo de vida de *Tagosodes orizicolus* de colonias de tres zonas arroceras de Colombia (en días)

Localidad	Hembras		Machos	
	Ninfas	Adultos	Ninfas	Adultos
Saldaña	14,6	31,8	14,6	27,6
Lérida	14,2	30,8	14,4	33,6
Jamundí	14,0	33,0	14,5	27,5

Gómez y Kamara (1980), en investigaciones efectuadas en Cuba, determinaron que la duración del estado ninfal en hembras de *T. orizicolus* fue en promedio de 14,9 días y para los machos de 14,3 días. Estudios de la biología de *T. orizicolus* en Colombia informan como promedio de 7 a 15 días en huevo; de 15 a 20 días en ninfa; y en estado adulto de 14 a 36, dependiendo sobre todo de la temperatura (Rentería 1960, Everett 1967, Jennings y Pineda 1971, Jiménez 1990, Cuevas *et al.* 1992, Dale 1994, Pantoja 1999, Peñaranda 1999).

Cuadro 4. Algunos parámetros biológicos de las hembras de *Tagosodes orizicolus*

Localidad	Promedio del ciclo de vida (días)	Ninfas emergidas/hembra			Días sin ovipositar antes de la muerte	
		Promedio	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo
Lérida	53,4	360,6	565 (40)	231 (18)	18 (50)	3 (32)
Saldaña	56,0	622,6	827 (54)	429 (46)	14(46)	3 (25)
Jamundí	54,0	330,8	481 (40)	104 (29)	17 (46)	3 (22)

() = Longevidad de la hembra.

La longevidad promedio de los machos adultos en la colonia de Saldaña fue de 33,6 días, valor superior al alcanzado por las hembras de la misma zona, de 30,8 días. Esto podría deberse a la abundante oviposición que presentaron las hembras de esta colonia, lo que puede influir negativamente en su longevidad. En las otras dos colonias, las hembras mostraron mayor longevidad que los machos, 33,0 y 31,8 días, para la de Jamundí y Lérida, respectivamente. La diferencia promedio entre las hembras de las tres zonas es de 2,2 días (Cuadro 2). En Cuba, Rey y García (1980) expresaron que la longevidad para los adultos de *T. orizicolus* fue de 24,12 días para los machos y 27,8 días para las hembras.

Un aspecto importante es el total de ninfas emergidas por hembra, ya que permite evaluar la descendencia que tiene el insecto a lo largo de todo su ciclo. De las hembras de *T. orizicolus* de Saldaña, emergieron como promedio 622,6 ninfas/hembra, alcanzando un máximo de 827 en una hembra que vivió 54 días, valores muy superiores a los obtenidos en las colonias de Lérida y Jamundí (Cuadro 4).

El promedio de ninfas emergidas por hembra en las colonias de Lérida y Jamundí es inferior al valor mínimo por hembra de *T. orizicolus* alcanzado en Saldaña (429). Esto es de suma importancia, pues la población en esa zona se puede prácticamente duplicar al compararla en igualdad de tiempo con la población de las otras dos colonias.

Cuanto mayor la duración del estado adulto, más días dejan las hembras sin ovipositar antes de la muerte. En la colonia Tolima Norte una hembra con ciclo de 50 días dejó de ovipositar 18 días antes de morir; solamente 3 días las hembras de *T. orizicolus* que tuvieron ciclo de 25 a 32 días, en las tres colonias.

Eficacia de diferentes insecticidas en el control de los adultos de *Tagosodes orizicolus*

En este experimento se evaluó el control que ejercen 11 insecticidas químicos sobre los adultos de *T. orizicolus*, con el objetivo de establecer si hay diferencias entre ellos en cada una de las colonias.

No se encontraron diferencias significativas en la mortalidad de los adultos de las tres colonias de la plaga, superior al 92% a las 168 horas posteriores a la aplicación.

Evaluación de *T. orizicolus* utilizando RAPD

De los 40 iniciadores OPO y OPN evaluados con muestras de insectos de las zonas arroceras de Jamundí y Saldaña, se encontró con el primer OPO 5 (CCCAGTCACT) una banda promisoría que podría ayudar a establecer diferencias entre las dos poblaciones. Con el primer OPN 5 (ACTGAACGCC), *T. cubanus* mostró diferencias comparado con *T. orizicolus*, lo que confirma la presencia y diferencia de las dos especies (Fig. 1).

La diferenciación entre poblaciones de *T. orizicolus* no es clara, bandas polimórficas no se presentan consistentemente.

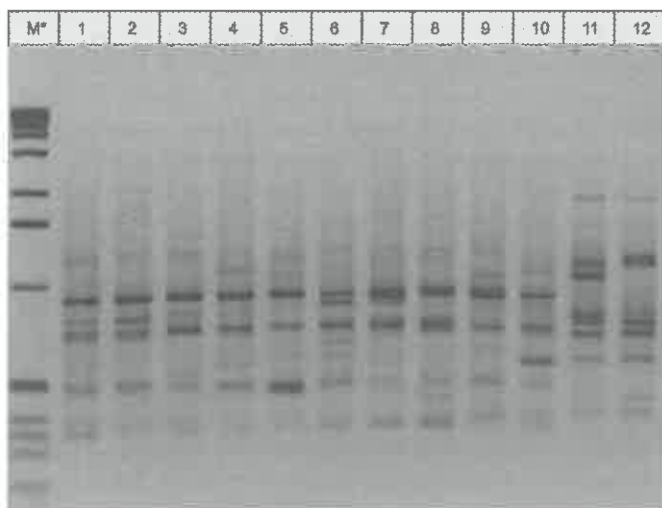


Figura 1. Primer OPN 5 (ACTGAACGCC). Nos. 1 al 10: *Tagosodes orizicolus*. Nos. 11 y 12: *Tagosodes cubanus*. * = Marcador de peso molecular 1Kb.

Conclusiones

- No se observaron diferencias significativas en la agresividad de las tres colonias de *T. orizicolus*, por lo que por este parámetro no se puede diferenciar la presencia de un nuevo biotipo del insecto.
- No se presentaron diferencias significativas entre colonias, indicando que cuando se seleccionan *T. orizicolus* de diferentes localidades con porcentajes de virulencia similar, la expresión de síntomas del RHBV depende de la variedad comercial.
- Los resultados confirman que el cultivar Fedearroz 2000 supera la resistencia al RHBV del donante principal de resistencia, Colombia 1.

- No se observan grandes diferencias para ambos sexos en la duración del estado ninfal y ciclo de vida en las sogatas de las tres colonias.
- Las hembras y el total de ninfas de la colonia de Tolima Sur tuvieron una menor longevidad que los machos de esa propia colonia.
- El porcentaje de control cambia dependiendo del insecticida, pero las tres colonias responden homogéneamente a cada tratamiento.
- Ninguna de las colonias estudiadas representan un nuevo biotipo de *T. orizicolus* en el país.
- Puede diseñarse una estrategia general de control de *T. orizicolus* que incluya las tres regiones, puesto que no existen diferencias entre ellas.

Literatura citada

- Arias, E; Gutiérrez, A; Saxena, R; Barrion, A. Variación entre dos poblaciones del delfácido del arroz *Sogatodes orizicola* (Muir) en Cuba. Arroz en el Caribe 6(1):1-3.
- Blanco, E; González, H. 1974. Algunas medidas del combate de Sogata, *Sogatodes orizicola* (Homoptera: Delphacidae) en arroz en la zona de Calabozo, Venezuela. Venezuela, Ministerio de Agricultura y Cría. Boletín Informativo Estación Experimental de Calabozo Año 1 No. 2. 32 p.
- Calvert, L; Reyes, L. 2000. Estrategias para el control del Virus de la Hoja Blanca en Colombia. Informe final del Proyecto Interinstitucional CIAT - FEDEARROZ - CORPOICA. Colombia, CIAT. 35 p.
- Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). 1999. Project IP-4: Improved rice germplasm for Latin America and the Caribbean. Output 2. Characterizing Rice Pest and the genetics of resistance. 37 p.
- Cuevas, A; Jiménez, O; Deguivanni, V. 1992. Manejo Integrado de insectos fitófagos en el cultivo del arroz en Colombia. Unidades de aprendizaje para la capacitación en tecnología de producción de arroz. Colombia, CIAT. s.p.
- Espinoza, A. 1995. La sogata, *Tagosodes orizicolus* (Homoptera: Delphacidae): plaga del arroz y vector del virus de la hoja blanca. Congreso Centroamericano y del Caribe (2) y Costarricense de Entomología (3, San José, CR, 1995). Resúmenes. Costa Rica, ASENCO. p. 90-91.
- FEDEARROZ. 1997. La Hoja Blanca del Arroz. Revista Arroz (Colombia) 46 (409):4-7.
- Gómez, J; Meneses, R. 1976 Empleo de la fecha de siembra como medida de control cultural contra *Sogatodes orizicola* Muir en el cultivo del arroz en la agrupación arroceras del Jfbaro, Las Villas. Centro Agrícola Septiembre-Diciembre. p. 1-8.
- _____; Kamara, F. 1980 Determinación de algunos parámetros de *Sogatodes orizicola* (Muir). Centro Agrícola (Cuba) 7(3).
- Jennings, P; Pineda. 1971. The effect of the Hoja Blanca Virus on its Insect Vector. Phitopathology 61:142-143.
- Meneses, R; Gutiérrez, A; Arias, E; Hernández, A; García, A; Amador, M. 1991. Resultados de los estudios realizados en Cuba para el manejo de *Sogatodes orizicola* (Muir), *Oebalus insularis* (Stal), *Lissohoptrus brevirostris* (Suff.) e *Hydrellia* sp. en el cultivo del arroz. Mesa Redonda sobre Protección Vegetal. Santa Clara, CU, Red de Mejoramiento de Arroz para el Caribe. 107 p.

- _____; Gutiérrez, A; García, A; Antigua, G; Gómez, J; Correa, F; Calvert, L. 2001. Guía para el trabajo de campo en el manejo integrado de plagas del arroz. Colombia, CIAT. 71 p.
- Peñaranda, V. 1999. Manejo Integrado de sogata (*Tagosodes orizicolus*) Muir en el cultivo del arroz en los Llanos Orientales. Federación de Arroceros de Colombia. 37 p.
- Rentería, O. 1960. Biología del *Sogata orizicola* Muir vector de la Hoja Blanca del Arroz. Acta Agronómica 10:70-100.
- Rey, X; García, A. 1980 Estudios de algunos aspectos del ciclo biológico del *Sogatodes orizicola*. Cienc. Tec. Agríc. Arroz 3(1):31-65.
- Reyes, L; Yencho, C; Velasco, A; Calvert, L. 1997. Análisis de poblaciones de *Tagosodes orizicolus* (Muir) vector del virus de la hoja blanca en zonas arroceras de Colombia. Revista Colombiana de Entomología 23(3-4):165-169.
- Samper, A. 1969. Factors affecting adoption of insect control and other practices abroad. Bulletin of the Entomology Society of America 14:128-130.
- Saxena, R; Barrion, A. 1985. Biotypes of the brown planthopper *Nilaparvata lugens* (Stal.) and strategies in development of host plant resistance. Insect Sci. Applic. 6(3):271-289.
- Sogawa, K; Fjnsyniks, K; Blagiawati, H. 1984. Characterization of the brown plant hopper population on IR-42 in North Sumatra, Indonesia. IRRN 9(1):25.
- Vargas, P. 1985. La Hoja Blanca- descalabro del Cica 8. Arroz (Colombia) 36(341):18-19.
- Vergel, D; Cuevas, F; Correa, F. 1993. Genetic studies of sources of resistance to Rice Hoja Blanca Virus. In Armenta, J. ed. Proceedings of a monitoring tour and workshop on integrated pest in the Caribbean. Dominican Republic. p. 33-35.
- Weber, G. 1988. Metodología de trabajo en entomología de arroz. Programa de Arroz. Colombia, CIAT. 51 p.
- Williams, JGK; Kubelit, AR; Livak, KJ; Rafalki, JA; Tingey, SV. 1990. DNA polymorphisms amplified by arbitrary are useful as genetic markers. Nucleic Acids Research 18: 6531-6535.
- Zeigler, M; Rubiano, M; Pineda, A. 1988. A field screening meted to evaluate rice breeding lines for resistance to the hoja blanca virus. Annals of Applied Biology 112:151-158.

Malla de polipropileno para prevenir los daños del virus de la mancha anular en semilleros de papayo (*Carica papaya* L.) cv. Maradol roja

Elías Hernández-Castro¹
Nelson E. D. Marín-Lara¹
Juan A. Villanueva-Jiménez²

RESUMEN. Como parte de una estrategia de manejo integrado de plagas, se ha propuesto proteger los semilleros de papayo de la llegada temporal de vectores del virus de la mancha anular del papayo (PRSV-p). Para tal fin se comparó la incidencia viral en plántulas de papayo cubiertas con malla de polipropileno, con el manejo al aire libre del semillero, establecidas en tres diferentes épocas de siembra. Las plantas muestreadas 40 días después de la siembra no presentaron reacción positiva al PRSV-p mediante ELISA, en semilleros establecidos antes (febrero-marzo) y al inicio (mayo-junio) de la temporada de lluvias. El semillero descubierto establecido en la temporada seca (septiembre) presentó significativamente más plantas infectadas que los establecidos bajo malla de polipropileno. Sin embargo, no se observaron diferencias significativas en la incidencia del PRSV-p en el campo. Las plantas de semilleros cubiertos mostraron mayor vigor, precocidad de floración, más fruta por planta y mayor rendimiento estimado 270 días después del trasplante. La malla de polipropileno permite trasplantar plantas libres del PRSV-p aun durante la temporada de mayor presencia de áfidos vectores. Además, ayuda a acelerar el desarrollo de la planta, lo que permite cosechar más frutos de forma temprana, lo que representa un período de escape adicional a la enfermedad.

Palabras clave: fenología, incidencia, protección del semillero, PRSV-p.

ABSTRACT. Polypropylene mesh on papaya (*Carica papaya* L.) cv. Maradol roja seedbeds to prevent papaya ringspot virus damage. Papaya seedbed protection has been proposed as part of an integrated pest management strategy, to prevent the early arrival of Papaya ringspot virus (PRSV-p) vectors. Viral incidence on papaya seedlings covered with a polypropylene mesh was compared to that in uncovered seedlings established on three different sowing seasons. Plants sampled 40 days after sowing did not show a positive reaction to PRSV-p by ELISA on seedbeds established before (February-March) and at the beginning (May-June) of the rainy season. Uncovered dry season (September) seedbeds showed significantly more infected plants, compared to those established under a polypropylene mesh. However, no significant differences were found on PRSV-p incidence in the field. Plants from covered seedbeds showed more vigor, earlier flowering, fruits per plant and a higher estimated yield at 270 days after transplant. The polypropylene mesh allowed transplanting PRSV-p free plants, even during the season with higher presence of aphid vectors. It also accelerated plant development, allowing an early fruit harvest, which represents an additional disease-free season.

Key words: incidence, phenology, PRSV-p, seedbed protection.

¹ Maestría en Sistemas de Producción Agropecuaria, Universidad Autónoma de Guerrero. Corregidora 55 "A", Barrio de San Mateo, Chilpancingo, Guerrero, México. Tel. 747 471 1034. eliashc_18@agropecstar.com

² Campus Veracruz, Colegio de Postgraduados. Km 88.5 Carr. Fed. Xalapa-Veracruz. Apdo. Postal 421. C.P. 91700 Veracruz, México. javj@colpos.mx

Introducción

El cultivo del papayo (*Carica papaya* L.) se ha visto limitado en México por problemas fitosanitarios, entre los que se encuentran el virus de la mancha anular del papayo (*Papaya ringspot virus*, PRSV-p por sus siglas en inglés), el virus del mosaico del papayo (*Papaya mosaic virus*, PapMV), el virus de la mancha anular del tabaco (*Tobacco ringspot virus*, TRSV) y el virus de la necrosis apical del papayo (*Papaya apical necrosis rhabdovirus*, PANV) (Rodríguez 1994). El PRSV-p se encuentra ampliamente distribuido en todas las zonas de producción de papaya del país (Téliz *et al.* 1991, Hernández-Castro, 1998), y es transmitido por varias especies de áfidos (Homoptera: Aphididae), entre los que sobresalen *Myzus persicae*, *Aphis gossypii*, *A. spiraecola*, *A. nerii*, *A. craccivora*, *Uroleucon ambrosiae* y *Macrosiphum euphorbiae* (García *et al.* 1988, Nieto *et al.* 1990).

A partir de 1991, el Grupo Interdisciplinario del Papayo (GIP) ha venido desarrollando una estrategia de manejo integrado del cultivo, con la finalidad de retrasar y disminuir los daños de la enfermedad causada por el PRSV-p y a la vez aumentar el rendimiento del cultivo y la calidad de la fruta (GIP 1992, 1994, 1995, Hernández-Castro 2001).

Se ha estudiado el manejo del cv. Maradol roja con barreras vegetales de maíz (*Zea mays*) y jamaica (*Hibiscus sabdariffa*) contra vectores del PRSV-p, con el apoyo adicional de aspersiones de aceite citrolina 1,5%; la protección al semillero con malla de polipropileno para obtener plantas sanas para el trasplante; altas densidades con respecto al manejo tradicional (2800 pl ha⁻¹ y 1,100 pl ha⁻¹, respectivamente), y eliminación de plantas con síntomas iniciales del PRSV-p (GIP 1994, 1995, Hernández-Castro 2001). Los resultados demuestran retrasos importantes de la incidencia de la enfermedad en la etapa vegetativa, lo que se traduce en mayor rendimiento y calidad de la fruta.

Aún se desconoce el aporte individual de algunos de los componentes en el retraso y disminución de los daños del virus. Se cree que la malla de polipropileno evita que los áfidos aterricen, prueben y contaminen con el PRSV-p las plántulas de papayo desde antes de abandonar el semillero, lo que representa un retraso de la presencia de inóculo inicial en la plantación (GIP 1995). La malla de polipropileno ha permitido disminuir la incidencia viral del chino del tomate y aumentar los rendimientos del jitomate en Oaxaca (Pérez *et al.* 1995).

El objetivo de esta investigación fue conocer el efecto del cubrimiento de los semilleros de papayo

con malla de polipropileno en la incidencia del PRSV-p en tres fechas de siembra y en el posterior desarrollo fenológico y rendimiento en el campo de las plantas sembradas dos meses antes de la época de lluvias.

Materiales y métodos

El experimento se realizó en el ejido Miralejos, municipio de Soledad de Doblado, Veracruz, México (Aw0, 887 mm de lluvia, 183 msnm, temperatura promedio 25 °C) (INEGI 1995), zona tradicionalmente productora de papaya.

Establecimiento de los semilleros

Se establecieron semilleros de papayo en tres épocas de siembra: la primera, dos meses antes de la temporada de lluvias, denominada "punta de riego" (febrero-marzo); la segunda, en la época de lluvias o "temporal" (mayo-junio); y la tercera, en la época de secano o "de riego" (septiembre-octubre). Se usó semilla del cv. Maradol roja, y malla Hortoclima (Tenax®), la cual es fabricada de filamentos de polipropileno.

Los semilleros se establecieron a una orilla de la parcela, donde posteriormente se realizó el trasplante de la primera fecha de siembra, para que estuvieran expuestas a una probabilidad similar de presión de los áfidos alados vectores. Se llenaron bolsas de plástico de 0,5 kg con sustrato (tierra y estiércol de ovino 3:1) con dos semillas de papayo por bolsa.

Los tratamientos evaluados fueron: a) plantas provenientes de semillero protegido con malla de polipropileno, y b) plantas de semillero sin malla (testigo). Las plantas permanecieron en el semillero durante siete semanas. La variable evaluada fue la incidencia de la enfermedad, detectada por ELISA.

Diseño del experimento en el campo

En el caso de las plantas provenientes de los semilleros protegidos y sin proteger establecidos en la época de "punta de riego", fueron trasplantadas al campo en un diseño de tres bloques al azar, dos repeticiones por bloque y 56 plantas por cada repetición. A diez plantas por repetición, escogidas al azar, se les midió altura de planta hasta el dosel máximo, diámetro a 15 cm de la base del tallo y número de hojas verdaderas fotosintéticamente activas, cada 30 días desde el trasplante hasta la fructificación. Se registró el número de flores plenamente desarrolladas y el número de frutos ≥ 2 cm de diámetro. El rendimiento se estimó con un peso promedio de fruto de 1,5 kg.

Desarrollo del cultivo

El trasplante del semillero sembrado en punta de riego se realizó a las siete semanas de edad de las plantas de papayo, en el terreno de un productor cooperante, barbechado y rastreado a un marco de plantación de 1,8 x 1,8 m, en cuatro hileras contiguas y una calle de 2,7 m para facilitar la cosecha; se suministró de 1,5 a 5,0 L de agua a cada planta, según la etapa fenológica, cada tres o cuatro días durante tres meses hasta iniciar el temporal, acarreada en tanques a lomo de burro. Por no contar con más superficie del productor cooperante, no hubo trasplante, y por tanto no se dio seguimiento a los semilleros sembrados en temporal y época de riego. Se realizó un deshije seleccionando plantas con flores hermafroditas. Para el control de maleza, se aplicó la dosis de campo recomendada de glifosato (Gramoxone®) a los 45 y 115 días después del trasplante (ddt). Un brote de piojo harinoso (*Paracoccus marginatus* Williams y Granara de Willink) y otro de gusano del cuerno (*Erinnyis ello* L.) fueron controlados con malatión (Malathion 1000 E) y lambda cialotrina (Karate®), respectivamente, a dosis recomendadas de campo. Los hongos del suelo (*Phytophthora* sp. y *Pythium* sp.) se controlaron con propamocarb (Previcur®)+ carbendazim (Derozal) en la base de la planta; además, se presentó caída de flores y frutos por antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides* Penz.), controlada con aplicaciones de bencimidazoles (benomilo y Tecto®).

Se fertilizó con 315-64-190 N-P-K, aplicando todo el P y 25% del N a los 20 ddt; el resto del fertilizante se aplicó en partes iguales al inicio de floración (70 ddt), a los 100 y 140 ddt. Se aplicaron fertilizantes foliares cada 30 días a partir de la floración (Biofol 500 mL ha⁻¹, Peka 2 L ha⁻¹, y Agromil V Plus 500 mL ha⁻¹).

Incidencia de la enfermedad detectada por ELISA

Para observar la presencia del PRSV-p se realizó una prueba de inmunoabsorbencia con enzimas conjugadas (ELISA) para cada una de las tres fechas de siembra bajo diferentes grados de presión de los vectores (Villanueva-Jiménez y Peña 1991, Becerra y Sánchez 1985). Antes del trasplante, se tomaron muestras de hojas de plantas seleccionadas al azar en ambos tratamientos. Las muestras se recolectaron en bolsas de plástico selladas y etiquetadas, y se transportaron en un termo con hielo azul para su posterior procesamiento, para lo cual se utilizó un Kit AGDIA® PRSV-p.

Incidencia de síntomas virales detectados visualmente en campo

Las plantas trasplantadas en campo se evaluaron semanalmente en cuanto a la incidencia de síntomas virales hasta la etapa de fructificación. Se calculó el porcentaje de incidencia viral, estimada como la razón entre el número de plantas enfermas respecto al total de plantas.

Dinámica poblacional de áfidos

Con el fin de no sobrevalorar la presencia de algunas especies vectoras (i.e. *A. spiraecola*) (Webb *et al.* 1994), se colocaron cuatro trampas de agua, conformadas por bandejas de plástico verde, de 30 x 20 x 15 cm de altura (Villanueva-Jiménez y Peña 1991, GIP 1994), una en cada punto cardinal del terreno a la altura del dosel del papayo. Se mantuvieron con agua y una pizca de detergente. La recolección de áfidos se hizo semanalmente, y posteriormente se realizó su identificación.

Análisis de la información

Con los resultados de ELISA, se realizó un análisis exploratorio con base en histogramas. Para aquellas muestras en donde se encontraron plantas infectadas, se realizó una prueba no paramétrica basada en la comparación de dos proporciones binomiales independientes (Ott 1992).

Los datos de incidencia se ajustaron al modelo logístico [$y = a/(1 + be^{cx})$], para explicar el comportamiento de la epidemia en campo (Mora *et al.* 1992), donde el parámetro a = porcentaje de infección máxima, y c = porcentaje de incremento de la incidencia en plantas por día. Además, se realizó un análisis de varianza para el área bajo la curva del progreso de la enfermedad (ABCPE) (Mora-Aguilera *et al.* 1996), para determinar diferencias entre epidemias. Los análisis estadísticos se realizaron en SAS (SAS Institute 1989).

Resultados y discusión

Incidencia del PRSV-p en semilleros, detectada por ELISA

En los semilleros de las épocas de siembra de punta de riego y de temporal no se encontraron plantas infectadas por el PRSV-p en ambos tratamientos; sin embargo, en semilleros descubiertos en la época de riego, de las 20 plantas muestreadas se encontraron cinco positivas al PRSV-p, lo cual fue estadísticamente significativo ($p < 0,05$).

García *et al.* (1988), Nieto *et al.* (1990) y Villanueva-Jiménez y Peña (1991) han establecido que durante la

época de riego (septiembre-enero) las poblaciones de áfidos vectores en el centro de Veracruz son más altas que las presentes durante punta de riego o inicio de temporal, por lo que es posible que la incidencia de virosis detectada en el semillero sin malla se haya debido a la presencia de dichos vectores, que se incrementan por las condiciones de hospedantes y clima que favorecen su desarrollo (Nieto *et al.* 1990, Villanueva-Jiménez y Peña 1991). La malla de polipropileno ejerció un efecto de interferencia de la actividad vectorial de los áfidos que transmiten el PRSV-p.

Incidencia visual en el campo

En seguimiento a las plantas sembradas en punta de riego, se pudo observar que la incidencia de síntomas virales se incrementa a los 101 ddt en ambos tratamientos, hasta llegar en ambos casos a 99% poco después de los 227 ddt (Fig. 1). No hubo diferencias en el ABCPE, reflejo de la incidencia del PRSV-p en ambos tratamientos (Cuadro 1), lo cual concuerda con los resultados no significativos en cuanto a incidencia viral en el semillero. La incidencia tuvo un comportamiento sigmoideal característico de las epidemias virales (Mora *et al.* 1992).

Debido a que las plantas de ambos semilleros establecidos en punta de riego (marzo-abril) estaban sanas, no se detectaron diferencias significativas en cuanto a incidencia y desarrollo de la enfermedad viral. Típicamente, en el período protegido las poblaciones de áfidos vectores son muy reducidas (GIP 1992), y empiezan a aumentar en julio y agosto.

Cuadro 1. Parámetros estimados del modelo logístico ajustados a los valores de incidencia de síntomas virales en plantas de papayo provenientes de semilleros cubiertos y sin cubrir con malla de polipropileno, establecidos en "punta de riego". Soledad de Doblado, Veracruz, México

Tratamientos	Parámetros				
	a	c	r ²	ABCPE	ddt
Con malla	98	0,0477	0,95	6502,2 a ⁽²⁾	241
Sin malla	99	0,0477	0,96	6395,2 a	241

a = porcentaje de infección máxima; c = tasa de incremento de la incidencia en plantas por día; r² = coeficiente de determinación; ABCPE = área bajo la curva del progreso de la enfermedad, y ddt = días después del trasplante, en que la incidencia alcanza su máximo porcentaje. ⁽²⁾ = ABCPE seguidos por la misma letra son iguales según la prueba Tukey (p < 0,05).

Densidad poblacional de vectores

Se observó la primera captura de vectores en el mes de octubre (Cuadro 2). A pesar de la poca cantidad de áfidos capturados en las trampas verdes de agua, el PRSV-p se manifestó de manera típica. Se ha observado en campo que las trampas verdes capturan menos áfidos que las trampas amarillas; sin embargo, aseguran un conteo menos sesgado de algunas especies de áfidos atraídas de manera desproporcionada por el color amarillo, como es el caso de *A. spiraecola* (Webb *et al.* 1994, Valera-Jardines *et al.* 2002).

Las especies encontradas fueron *A. gossypii*, *A. nerii* y *Rhopalosiphum maidis*. La trampa ubicada en el lado norte de la parcela fue la que tuvo un número mayor de áfidos. Nieto *et al.* (1990) y Villanueva (1990) señalan que las poblaciones de áfidos alados se incrementan en esta época (septiembre a octubre), por las

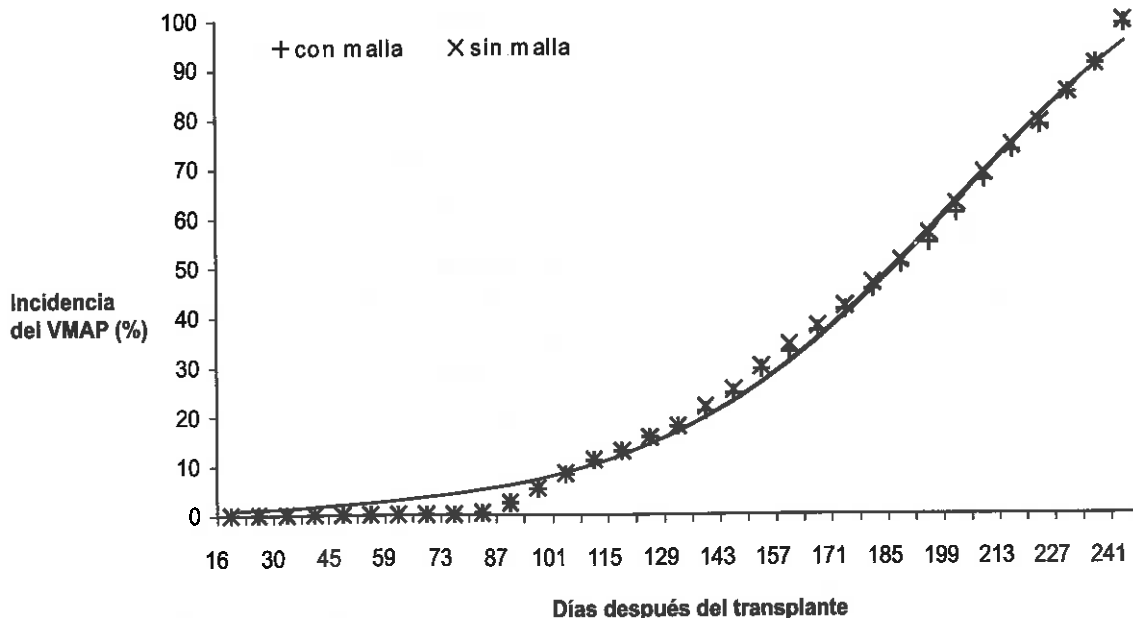


Figura 1. Incidencia de síntomas virales en plantas trasplantadas de semilleros de papayo cubiertos y sin cubrir con malla de polipropileno, en época de punta de riego. Soledad de Doblado, Veracruz, México.

condiciones climáticas favorables para su desarrollo (bajas temperaturas y altas precipitaciones); además, varias plantas hospedantes están en senescencia, lo que promueve la proliferación de las formas aladas migratorias (Villanueva-Jiménez y Peña 1991).

Cuadro 2. Número total de áfidos capturados en trampas verdes de agua. Soledad de Doblado, Veracruz, México

Mes	Ubicación de las trampas en la parcela				
	Norte	Sur	Este	Oeste	Total
Octubre	1	0	0	0	1
Noviembre	2	1	1	1	5
Diciembre	1	0	1	1	3

Fenología

El número de hojas en el tratamiento con malla es significativamente superior ($p < 0,05$) al tratamiento sin malla durante todo el desarrollo del experimento (Cuadro 3), excepto las dos últimas lecturas seis y siete meses después del trasplante, cuando no se observan ya diferencias significativas. Esto se relaciona con el hecho de que las plantas disminuyen su tasa de crecimiento y emisión de hojas nuevas para dirigir su energía a la producción de flores y frutos; además, a los 200 días después del trasplante la incidencia de la enfermedad se incrementó en más de 60%, y para los 241 días después del trasplante llegó a 99%, lo que pudo reducir la tasa de emisión de hojas en todas las plantas.

Para altura de planta, en todos los muestreos realizados durante el experimento el tratamiento con malla fue significativamente superior al tratamiento sin malla (Cuadro 3). De igual manera, para el diámetro del tallo, el tratamiento con malla fue significativamente superior

al tratamiento sin malla en todas las fechas de muestreo (Cuadro 3), lo que indica que las plantas protegidas presentaron mayor vigor y grosor del tallo que las no protegidas. Según Mosqueda y Molina (1973), dichas variables están correlacionadas con el rendimiento de fruto. La aparición de flores en el tratamiento con malla fue significativamente más precoz con respecto al tratamiento sin malla, tal como se observa en el muestreo de julio (Cuadro 3). En agosto aumentó la cantidad de flores y no hubo diferencias entre tratamientos; sin embargo, en los dos meses siguientes se apreciaron diferencias significativas, lo que no sucedió ya en el último muestreo de noviembre. Esta variable no es acumulativa, debido a que las flores pasan a formar frutos o se caen por diferentes factores, lo que explicaría la ausencia de diferencias significativas en el segundo y, especialmente, en el último muestreo. Estos resultados muestran que la malla de polipropileno influye significativamente en el adelanto y aumento de la floración en papaya cv. Maradol roja cultivada en punta de riego (Cuadro 3).

El inicio del amarre de los frutos para ambos tratamientos empezó a partir del mes de septiembre, a los 140 días de plantado el cultivo. El tratamiento con malla es significativamente superior al tratamiento sin malla en todo el desarrollo del experimento, alcanzando al final 13,5 y 7,1 frutos por planta para los tratamientos con malla y sin malla, respectivamente (Cuadro 3). Con base en un peso promedio estimado de los frutos de dicho cultivar, el rendimiento por planta de los frutos amarrados durante los meses de septiembre a noviembre fue de 28,29 kg por árbol para planta producida en vivero con malla y de 15,98 kg por árbol para planta producida en vivero sin malla. La

Cuadro 3. Variables fenológicas y productivas en plantas de papayo que en la etapa de semillero se cubrieron o no con malla de polipropileno. Soledad de Doblado, Veracruz, México

Tratamiento	Mes de muestreo							
	abril	mayo	junio	julio	agosto	sept.	octubre	nov.
No. de hojas								
Con malla	7,5 a ⁽²⁾	7,8 a	10,6 a	13,6 a	18,0 a	20,1 a	21,4 a	28,6 a
Sin malla	7,0 b	6,8 b	9,4 b	12,2 b	15,6 b	17,9 b	21,4 a	28,6 a
Altura (cm)								
Con malla	15,5 a	20,0 a	31,5 a	48,0 a	69,3 a	91,0 a	122,5 a	151,9 a
Sin malla	8,81 b	15,4 b	27,2 b	45,0 b	65,1 b	84,7 b	118,3 b	146,6 b
Diámetro (cm)								
Con malla	0,37 a	0,59 a	0,98 a	1,69 a	2,61 a	4,00 a	5,55 a	7,79 a
Sin malla	0,31 b	0,54 b	0,90 b	1,53 b	2,37 b	3,74 b	5,08 b	7,03 b
No. de flores								
Con malla				2,1 a	6,1 a	10,6 a	17,1 a	16,3 a
Sin malla				0,46 b	5,9 a	9,7 b	16,2 b	15,3 a
No. de frutos								
Con malla						0,56 a	4,8 a	13,5 a
Sin malla						0,15 b	3,5 b	7,0 b

⁽²⁾Valores con la misma letra dentro de la misma columna no son significativamente diferentes (Tukey, $p \leq 0,05$).

diferencia de 12,31 kg por árbol podría representar un rendimiento por hectárea de 34468 kg, cifra que a precios promedio podría garantizar al productor recuperar los costos del cultivo y obtener una ligera ganancia, además del rendimiento adicional que permitiera el manejo posterior de la enfermedad (Hernández-Castro 2001).

El cubrimiento de los semilleros de papayo con malla de polipropileno permite contar con plantas no infectadas por el PRSV-p, efecto especialmente importante durante la época de siembra, con mayor presencia de áfidos vectores. El efecto en el campo del cubrimiento de viveros con malla de polipropileno también se refleja en un vigor más temprano de las plantas, tanto en diámetro como en altura y número de horas y rendimiento.

El uso de malla de polipropileno en el vivero acelera el desarrollo de las plantas de papayo, lo que se refleja en campo en un mayor vigor (diámetro, altura, número de hojas) y, por ende, un mayor número de frutos amarrados durante los primeros tres meses de cosecha. La presencia de una carga inicial de frutos que haya escapado al efecto detrimental de la enfermedad viral se refleja en un mayor rendimiento por planta.

Agradecimientos

Esta investigación fue financiada parcialmente por Agrícola Marín Lara S. A. de C. V., Proyecto 970301016 de SIMORELOS-CONACyT, y el Campus Veracruz, Colegio de Postgraduados.

Literatura citada

- Andrade, H; Ávila, C; García, E; Mora, A; Nieto, D; Téliz, D; Villanueva, J (GIP, Grupo Interdisciplinario del Papayo). 1994. La mancha anular del papayo en Veracruz, México y su manejo integral. In Reunión Científica del Sector Agropecuario y Forestal del Estado de Veracruz (7). Memorias. Veracruz, MX. 289 p.
- Arenas, L; Ávila, C; Cárdenas, E; Etchevers, J; Flores, C; García, E; González, V; Matheis, L; Mora, A; Mora, G; Téliz, D; Velázquez, J; Villanueva, J (GIP, Grupo Interdisciplinario del Papayo). 1992. La virosis del papayo en Veracruz: etiología y control. In Reunión Científica del Sector Agropecuario y Forestal del Estado de Veracruz (5). Memorias. Veracruz, MX. p. 62-71.
- Becerra L, EN; Sánchez M, JR. 1985. Dinámica poblacional de áfidos, sus plantas hospederas y su influencia sobre las virosis que afectan al cultivo de papayo en dos municipios del estado de Veracruz. In Congreso Nacional de Fitopatología (12). Resúmenes. Guanajuato, MX, p. 110.
- Flores R, C; García, E; Nieto, D; Téliz, D; Villanueva, J (GIP, Grupo Interdisciplinario del Papayo). 1995. Integrated management of papaya in México. Acta Horticulturae 370:151-158.
- García-G, B; Villanueva-B, J; Becerra-L, N. 1988. Pruebas de transmisión por áfidos. In Reunión Científica Forestal y Agropecuaria del Estado de Veracruz (1). Memoria. Veracruz, MX, SARH-INIFAP-CIFAP-VER. p. 88-89.
- Hernández-Castro C, E. 1998. Comportamiento del virus de la mancha anular del papayo bajo tres sistemas de manejo en cv. Maradol roja en el Mpio. de Paso de Ovejas Veracruz. Tesis de Maestría en Ciencias. Veracruz, MX, Colegio Postgraduados, Campus Veracruz. 93 p.
- _____. 2001. Aporte de los componentes al manejo integrado del cultivo del papayo y su transferencia en la zona central de Veracruz. Tesis de Doctor en Ciencias. Veracruz, MX, Colegio de Postgraduados. 141 p.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 1995. Enciclopedia de los municipios, Veracruz. México, DF, MX, INEGI. 269 p.
- Mora A, G; Téliz, D; Campbell, C; Ávila, C. 1992. Temporal and spatial development of ringspot in Veracruz, México. Phytopathology 136: 27-36.
- _____; Nieto-Angel, D; Campbell, CL; Téliz, D; García, E. 1996. Multivariate comparison of papaya ringspot epidemics. Phytopathology 86: 70-78.
- Mosqueda V, R; Molina G, J. 1973. Estudio de dos caracteres correlacionados y análisis de componentes de rendimiento empleando coeficientes de sendero en *Carica papaya* L. Agrociencia 11: 179.
- Nieto A, D; Téliz O, D; Rodríguez M, R; Rodríguez, G. 1990. Epidemiología del virus de la mancha anular del papayo bajo diferentes fechas de siembra, densidades de plantación y localidades de Veracruz. Congreso de Fitopatología (17). Memorias. Culiacán, Sinaloa, MX. p. 40
- Ott, LR. 1992. An Introduction of Statistical Methods and Data Analysis. Belmont, California. p. 380-386.
- Pérez P, R; Martínez, DS; García, GJ; Flores, GA; Rodríguez, AI. 1995. Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades de Cultivos Hortícolas. Res. Investigación y Desarrollo Tecnológico 1993. Oaxaca, CIIDIR-IPN-Oaxaca. 112 p.
- Rodríguez E, JG. 1994. Distribución de las virosis del papayo en México. Tesis de Maestría en Ciencias, Especialidad de Fitopatología. Montecillos, MX, Colegio de Postgraduados. 84 p.
- SAS Institute. 1989. SAS/STAT user's guide, version 6. 3 ed. Cary, North Carolina, US, SAS Institute Inc. v. 2, 846 p.
- Téliz, D; Mora, G; Nieto, D; Gonsalves, D; García, E; Matheis, L; Ávila, C. 1991. Mancha anular del papayo en México. Revista Mexicana de Fitopatología 9:64-68.
- Valera-Jardines, F; Mora-Aguilera, A; Téliz-Ortiz, D; Mora-Aguilera, G; Villanueva-Jiménez, JA; Vega-Piña, A. 2002. Composición y abundancia de áfidos (Homoptera: Aphididae) y relación con el progreso de epidemia inducida por PRSV-p en papayo cv. Maradol roja en Michoacán, México. In Fuentes Dávila, G. ed. Congreso Internacional de la Sociedad Mexicana de Fitopatología (29). Memorias. Monterrey, MX. p. F-158.
- Villanueva J, JA. 1990. Fluctuación poblacional de áfidos alados transmisores del virus de la mancha anular del papayo. Congreso Nacional de Entomología (25). Memorias. Oaxaca, MX. p. 128-129.
- _____; Peña M, R. 1991. Áfidos (Homoptera: Aphididae) colectados en trampas amarillas de agua en la planicie costera de Veracruz, México. Agrociencia Serie Protección Vegetal 2(1):7-20.
- Webb, SE; Kok-Yokomi, ML; Voegtlin, DJ. 1994. Effect of trap color on species composition of alate aphids (Homoptera: Aphididae) caught over watermelon plants. Florida Entomologist 77(1):146-154.

Cobertura muerta y arvenses en la asociación *Lactuca sativa* - *Allium ampeloprasum*

Oswaldo Contreras¹
Félix Moreno¹

RESUMEN. Se realizó un estudio en Táchira, Venezuela, para evaluar el efecto de la cobertura vegetal muerta en la supervivencia de la asociación *Lactuca sativa* - *Allium ampeloprasum* y en la incidencia de arvenses. Las variables estudiadas fueron peso fresco de arvenses, tiempo de deshierbe (minutos) y porcentaje de supervivencia de la asociación. Cada variable se analizó mediante estadística descriptiva y ANOVA. El porcentaje de supervivencia de *L. sativa* y *A. ampeloprasum* a los 30 días presentó diferencias ($p = 0,000$) para la cobertura y para la presencia de arvenses ($p = 0,016$). Se observó que el porcentaje de supervivencia de la asociación es superior cuando las distancias de siembra son sometidas a cobertura, alcanzando un promedio superior al 60% en el momento de la cosecha, mientras que en las parcelas sin cobertura el porcentaje de mortalidad de la asociación supera el 90%. Se concluye que de los factores analizados (cobertura y distancia), la cobertura es el factor que más influye, siendo su manejo una alternativa para aumentar la supervivencia y disminuir la cantidad de arvenses.

Palabras clave: arvenses, asociación vegetal, cobertura vegetal muerta, supervivencia.

ABSTRACT. Mulch and weeds in the intercropping of *Lactuca sativa* - *Allium ampeloprasum*. A field study was conducted in Táchira, Venezuela, to evaluate the effect of mulch on the survival of intercropped *Lactuca sativa* and *Allium ampeloprasum*, and weed incidence in that low input system. The variables measured were: fresh weight of weed species, time spent weeding, and the survival percentage of the crop species 30 days after planting. There were significant differences ($p = 0.000$) in crop survival and in weed incidence ($p = 0.016$) between the mulched and control plots. Survival of the crop species in the mulched plots was greater than 60% at harvest and of only 10% in the control plots. Weed incidence was 8.2 kg in the mulched plots and 12.7 kg in the control plots; time spent weeding was 7.11 min and 16.3 min, respectively. Sowing distances were not significant. In conclusion, the presence of mulch had a strong and positive effect on crop species survival, due mainly to its ability to diminish weed incidence.

Key words: Intercropping, mulch, survival, weeds.

Introducción

En un bosque se puede observar que los suelos permanecen cubiertos: las plantas ocupan diferentes estratos, las raíces penetran a diferentes profundidades, presentan distintas necesidades de nutrientes, agua y otras condiciones ambientales. Esta es una manera de aprovechar los ciclos de los nutrientes y, en consecuencia, hacer un uso eficiente de los recursos.

En los ecosistemas agropecuarios, por el contrario, se tiende al monocultivo, manteniendo pocas especies en una producción intensa, causando daños al suelo (acidez, erosión), siendo este el que se

encuentra en mayor actividad biológica (micro y mesovida del suelo). La cobertura vegetal muerta y la asociación de cultivos constituyen una alternativa a esta situación (Gliessman 1998). Este sistema garantiza una protección continua al suelo, lo que repercute en el desarrollo del cultivo, mejorando la producción y reduciendo los aportes externos, aumentando la biodiversidad del agroecosistema (Primavesi 1982, Altieri 1996). Estas técnicas son utilizadas para convergir en resultados económicos iguales o mejores, con un mínimo impacto ambiental.

¹ Universidad Nacional Experimental del Táchira. Departamento de Ingeniería Agronómica. Laboratorio de Agroecología y Sistemas Sostenibles Agropecuarios. Táchira, Venezuela. contreras@verdeamerica.zzn.com, fmoreno@unet.edu.ve

La asociación de cultivos en conjunto con la cobertura vegetal muerta mantiene las interacciones entre el suelo y las plantas (Primavesi 1982); de esta manera, se puede disminuir la aplicación de riego y pesticidas, que por su uso inadecuado están causando daños ecológicos, económicos y sociales (Contreras y Moreno 2000). Con estas técnicas, se estará mejorando la estructura, fertilidad y disponibilidad de nutrientes, para que los micro y macro organismos del suelo disminuyan la competencia por agua, luz, oxígeno, CO₂ y minerales. Además, las plantas aprovechan los nutrientes que la cobertura vegetal proporciona una vez que comienza su proceso de descomposición, incrementando la disponibilidad de elementos (Primavesi 1982).

Bajo una capa lo suficientemente gruesa, la mayoría de las arvenses no sobreviven y el reducido número que logra atravesar el acolchado puede ser fácilmente arrancado a mano (Asociación de Agricultura Biodinámica 1995).

La cobertura vegetal muerta ofrece varias ventajas para el suelo: permite obtener una elevada diversidad biológica, incrementando la bioestructura del suelo; impide la erosión del suelo, al mantenerlo cubierto con vegetación; mejora la estructura del suelo y la estabilidad estructural; permite una elevada actividad microbiológica en el suelo; sirve de nicho ecológico para la entomofauna útil; aporta materia orgánica al suelo; y las plantas cultivadas tienen al mismo tiempo condiciones favorables para su crecimiento, pues mantiene el calor y la humedad (Primavesi 1982, Kreuter 1994, Núñez 1997).

Las ventajas que ofrece la cobertura vegetal muerta para el productor incluyen: menos trabajo con la azada (escardilla), pues el suelo permanece esponjoso; menos arranques de arvenses, porque se ahogan debajo de la cubierta; menos riego, porque el suelo pierde menor humedad; y menos abono. Los microorganismos con la cobertura vegetal muerta producen abundante humus y sustancias nutritivas en el mediano plazo, y la cosecha es más fácil y limpia, porque no hay contacto directo con el suelo (Primavesi 1982, Kreuter 1994, Núñez 1997).

En Venezuela, específicamente en los estados andinos, el cultivo de hortalizas de hoja cumple un papel importante en la economía de los pobladores, con promedios de producción de *Lactuca sativa* (lechuga) de 18000 kg/ha y de 16600 kg/ha de *Allium ampeloprasum* (ajo porro), en monocultivo. En este trabajo, se evaluó el efecto de la cobertura vegetal

muerta en la supervivencia de la asociación *L. sativa* 'Great Lakes' y *A. ampeloprasum* 'Pata de elefante' en la incidencia de arvenses bajo un mínimo manejo agronómico.

Materiales y métodos

Esta evaluación fue realizada en el Módulo de Producción y Evaluación de Tecnología Sostenible (MOPREVATS), ubicado dentro de las instalaciones de la Universidad Nacional Experimental del Táchira (UNET), San Cristóbal, Estado Táchira, Venezuela, entre marzo y junio del 2001. El MOPREVATS se encuentra en la Zona de Paramillo, en las inmediaciones del Parque Nacional Chorro del Indio, con precipitación promedio anual de 1950 mm, 24 °C (Steegmayer *et al.* 1986), 1100 msnm; de acuerdo con la clasificación de Holdrige, la zona de vida pertenece a Bosque Húmedo Premontano (Ewel *et al.* 1976).

L. sativa y *A. ampeloprasum* se cosecharon al mismo tiempo. El material utilizado para la cobertura vegetal muerta se recolectó de los jardines de la Universidad, y estuvo compuesto por especies como *Pithecellobium saman*, *Inga acuminata*, *Hymenaea courbaril*, *Bambusa* sp., *Mesosetum chaseae* y *Desmodium* sp., las cuales fueron mezcladas y homogenizadas para su aplicación en el campo. El tipo de suelo es Franco Arcillo Arenoso (FAa), con un gran grupo Typic Tropudults, con menos del 35% de bases intercambiables (Useche y Méndez 1986).

Se aplicaron 2 kg de cobertura vegetal muerta por cada m² de superficie dos días antes del trasplante. Esta cobertura no había iniciado aún su proceso de descomposición.

Los cultivos se sembraron en agosto del 2001, planificando los semilleros de *L. sativa* y *A. ampeloprasum* para transplantarlos el mismo día en las parcelas por evaluar, y su manejo agronómico fue mínimo.

Se utilizó un diseño estadístico factorial (3x2) (Little e Hills 1987): tres distancias de siembra (30, 35 y 40 cm), dos tipos de cobertura (con cobertura y sin ella) y cuatro repeticiones. Las parcelas fueron distribuidas al azar, con un área de 4,8 m² (1,20 x 4 m). Las variables medidas fueron: kg de arvenses (peso fresco), duración del deshierbe (minutos) y el porcentaje de supervivencia de la asociación *L. sativa* y *A. ampeloprasum*. Los datos se analizaron mediante estadística descriptiva, y se aplicó un análisis de varianza (ANOVA) para determinar las diferencias entre tratamientos (porcentaje de supervivencia).

Cuadro 1. Porcentaje de supervivencia de la asociación *L. sativa* - *A. ampeloprasum*, con tres distancias de siembra y dos manejos agronómicos de cobertura

Distancia (cm)	Porcentaje de supervivencia			
	A los 30 Días		En el momento de la cosecha	
	Con cobertura	Sin cobertura	Con cobertura	Sin cobertura
30	78,85	59,19	34,62	6,25
35	64,06	51,05	36,98	5,47
40	82,5	66,27	33,33	7,08

El porcentaje de supervivencia se determinó mediante el conteo del número de plantas en cada parcela a los 30 días y en el momento de la cosecha, haciendo una relación entre el número de plantas que deberían estar en la parcela con aquellas que se contaron.

Para las variables discontinuas se aplicó análisis de Kruskal-Wallis para datos no paramétricos (variable especies de arvenses presentes). Igualmente, se realizó un análisis de *cluster* para conocer cuáles factores influyen en las especies de arvenses presentes con cobertura vegetal muerta y sin ella.

Resultados y discusión

Índice de supervivencia

En el análisis de la variable porcentaje de supervivencia de la asociación *L. sativa* - *A. ampeloprasum*, a los 30 días se presentaron diferencias entre los factores cobertura ($p = 0,000$) y distancia ($p = 0,000$). Sin embargo, al evaluar la asociación en el momento de la cosecha, se determinó que es la cobertura ($p = 0,000$) el factor que influye en la variable respuesta (Cuadro 1).

Se observó que el porcentaje de supervivencia de la asociación en el momento de la cosecha es superior cuando las distancias son sometidas al tratamiento cobertura, representando un promedio superior al 60% en comparación con las plantas iniciales; mientras que en las distancias sin cobertura el porcentaje de mortalidad supera el 90%.

Al utilizar la cobertura vegetal muerta y la asociación de cultivos con un mínimo manejo agronómico, se garantiza un porcentaje de supervivencia de un 35%. Estos resultados se pueden cotejar con los reportados por Primavesi (1982), quien asegura que, al aumentar la cantidad de materia orgánica, aplicada como coberturas muertas, se incrementa el porcentaje de supervivencia gracias a la disponibilidad de agua, disminuyendo la incidencia de los rayos solares al suelo y, así, disminuyendo las fluctuaciones de temperatura entre el día y la noche. Los porcentajes de supervivencia son bajos debido al tipo de manejo agronómico que se realizó (poco riego y fertilizantes y un bajo control de plagas y enfermedades).

Análisis de arvenses

Evaluación de la cantidad y el tiempo de deshierbe

Con respecto a la variable arvenses, para la cobertura vegetal muerta existe diferencia ($p = 0,016$), mientras que las distancias de la asociación no influyen en los kilogramos de arvenses presentes en las parcelas con cobertura. Cuando se evaluó la cantidad (kg) de arvenses, se encontró que las parcelas con cobertura presentan un 35% menos (peso fresco) que aquellas sin cobertura (Cuadro 2).

Cuadro 2. Peso promedio de arvenses (kg) y tiempo de deshierbe en la asociación de *Lactuca sativa* y *Allium ampeloprasum*, con tres distancias de siembra y dos manejos agronómicos de cobertura

Variables	Con cobertura	Sin cobertura
Distancia (cm)		
30	8,0	12,8
35	6,5	13,5
40	10,1	11,7
Peso promedio (kg)	8,2	12,7
Tiempo promedio (min)	7,11	16,23

Tascón (1993) y la Asociación de Agricultura Biodinámica de España (1995) señalan que con una capa suficientemente gruesa de cobertura vegetal muerta la mayoría de las arvenses no sobreviven, y el reducido número que logra atravesar el acolchado puede ser fácilmente removido. Se corroboran estos trabajos con los análisis efectuados, en los que se obtuvo un 35% menos de arvenses con la utilización de la cobertura, lo que representa 4,5 kg/parcela (4,8 m²) de arvenses menos que en las parcelas sin cobertura. Evaluaciones realizadas por Jaén (1990) demostraron que la utilización de cobertura vegetal muerta (*mulch*) fue el mejor tratamiento utilizado en su ensayo para el control de arvenses en maíz.

En las parcelas con cobertura vegetal muerta se reduce considerablemente el tiempo invertido en el control de arvenses y, de esta manera, aumenta la rentabilidad de los agroecosistemas. Gómez y Murgueito (1991) corroboran estos resultados, comprobando que la cobertura vegetal muerta disminuye en un 95% las arvenses y estas son más fáciles de arrancar y controlar.

Al comparar los tiempos de deshierbe de las parcelas con coberturas y sin ellas, las primeras requirieron un menor tiempo de mano de obra para el control de arvenses (7,1 min), siendo este tratamiento el mejor para disminuir los tiempos de deshierbe en comparación con el tratamiento sin cobertura (16,2 min). En las parcelas con cobertura, las raíces de las arvenses crecieron entre la cobertura y el suelo, resultando fáciles de remover. Estos datos son corroborados por Socorro (1998), quien en Cuba obtuvo una disminución de los gastos de mantenimiento del cultivo de café de un 37% con el uso de cobertura.

Evaluación de las especies de arvenses

Con respecto a las especies de arvenses presentes con cobertura y sin ella, no hubo diferencias ($p = 0,058$). Entre las especies de plantas presentes en este ensayo están *Eleusine indica*, *Commelina* sp., *Emilia sonchifolia*, *Brachiaria decumbens*, *Bidens pilosa*, *Ambrosia cumanensis* y *Axonopus* sp.

Con respecto a la distribución de las especies de arvenses en cada una de las parcelas, el análisis de *cluster* determinó que los resultados no están influenciados por el factor cobertura. Al comparar este análisis con la distribución real en el campo, se infiere que la agrupación de las parcelas por presencia de plantas mal ubicadas en el cultivo se ve influenciada por las arvenses presentes alrededor del ensayo (para el efecto cobertura). En este sentido, se deduce que para las arvenses la distribución no está influenciada por los factores estudiados, sino por la distribución de las parcelas, por lo que se requiere nuevos ensayos que evalúen cómo este factor puede influir en la presencia de plantas mal ubicadas.

En estos estudios solo se realizó una aplicación de cobertura vegetal muerta. Da Silva *et al.* (1997), evalúan que la cobertura vegetal muerta, después de varias aplicaciones, modifica las especies de arvenses presentes. Esto permite deducir que con la cobertura se puede reducir la cantidad de arvenses y por ende hacer que las presentes sean de fácil manejo.

Agradecimiento

Este proyecto fue desarrollado con el apoyo del Decanato de Investigación UNET, bajo el Código No. 02-007-2001. Se agradece también la colaboración de Leonel Polanco, Rodolfo Acevedo y Clemente Linares por la revisión de documento.

Literatura citada

- Altieri, M. 1996. Enfoque agroecológico para el desarrollo de sistemas de producción sostenibles en Los Andes. Lima, PE, CIED. 91 p.
- Asociación de Agricultura Biodinámica de España. 1995. Curso de Formación en Agricultura Biodinámica. España. 366 p.
- Contreras, O; Moreno, F. 2000. Asociación de cultivos en la producción de hortalizas orgánicas en la Gerogranja Padre Lizardo. *In* Congreso Venezolano de Hortalizas (8, 2000). Barquisimeto, Lara, VE, Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado. p. 35.
- Da Silva P. Ohashi O. Araujo A. Gases P. 1997. Influencia de Prácticas Agrícolas na Incidencia de Ervas Invasoras no Cultivo de Plantas Alimentares em Santo Antônio Do Tauá (Pará). *Revista de Agricultura, Piracicaba* 72(2):149-158.
- Ewel, J; Madrid, A; Tossi J. 1976. Zonas de Vida de Venezuela. Memoria Explicativa sobre el Mapa Ecológico. Caracas, VE, Editorial Sucre. 264 p.
- Gliessman, S. 1998. Agroecology. Ecological Processes in Sustainable Agriculture. Chelsea, MI, US, Ann Arbor Press. p. 235.
- Gómez, ME; Murgueito, E. 1991. Efecto de la altura de corte sobre la producción de biomasa de nacedero (*Trichantera gigantea*). *Livestock Research for Rural Development* 5(3):37.
- Jaén, L. 1990. Observaciones sobre la influencia de algunos métodos de combate en el desarrollo de malezas en el maíz (*Zea mays*) var. Tico V-7 (en línea). Consultado en ago. 2004. Disponible en <http://www.ots.ac.cr/rdmc-nfs/datasets/viewrec.phtml?ds=binabitrop&fn=/data/5548.html&dn=5547&realds..>
- Kreuter, M-L. 1994. Jardín y huerto biológicos. Trad. M. Díaz Buschmann. Madrid, ES, Ediciones Mundi Prensa. 319 p.
- Little, T; Hills, F. 1987. Métodos estadísticos para la investigación en la agricultura. 7 ed. Distrito Federal, MX, Trillas. p. 47-52.
- Núñez, MA. 1997. Manual de técnicas agroecológicas. Centro de Estudios Integrales del Ambiente de la Universidad Central de Venezuela, Maracay. Cuadernos CENAMB UCV 2(4):129.
- Primavesi, A. 1982. Manejo ecológico del suelo. Trad. S. Lerendegui. 5 ed. Buenos Aires, AR, El Ateneo. 499 p.
- Socorro, A. 1998. Prácticas fitotécnicas y complementarias de bajos insumos (en línea). Cobertura vegetal muerta. Disponible en: http://www.geocities.com/arsocorro/agricola/capituloVII_practicas.htm> consulta:Mar2002).
- Stemayer P. Díaz L. Chacin A. Sanchez J. Gutiérrez F. Vivas A. García H. Bustos R. Macellari C. Contreras G. Niño J. Ramírez C. 1986. Atlas del Táchira. MARN. Táchira, VE, Gobernación del Estado Táchira. 28 laminas.
- Tascón, R.1993. El manejo ambiental en el Japón. Proyecto de Conservación de Tierras. *Revista ICA- INFORMA* (27):37-52.
- Useche, R; Méndez, J. 1986. Planilla de análisis de laboratorio. Ministerio de Agricultura y Cría. Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias. 2 p. (*mimeografiado*).

Reconocimiento fitosanitario en cinco variedades cultivadas de macadamia (*Macadamia integrifolia* Maiden et Betche) en la zona cafetera colombiana

Clemencia Villegas García¹

RESUMEN. Con el incremento de los cultivos comerciales de macadamia en la zona cafetera colombiana, se estructuró un programa de investigación para evaluar el comportamiento agronómico de las variedades cultivadas e identificar los principales problemas fitosanitarios que podrían afectar la producción y causar daño económico. La investigación se llevó a cabo durante 11 años, en la Subestación Experimental de Paraguaicito (Quindío). Se encontraron asociados al cultivo 52 insectos, 10 hongos, una levadura, dos algas, un líquen y dos roedores. Como principal problema fitosanitario se identificó a *Rosellinia pepo* Pat., agente causal de la llaga estrellada, el cual ocasiona la muerte del árbol en su etapa productiva; igualmente se identificaron cuatro plagas de importancia económica: *Antiteuchus tripterus* (F.) (Hemiptera: Pentatomidae); *Acrosternum* sp. (Hemiptera: Pentatomidae); *Ecdytolopha* pos. *aurantianum* (Lepidoptera: Tortricidae) y *Atta cephalotes* (L.) (Hymenoptera: Formicidae). En los cinco cultivares no se encontraron diferencias en la incidencia de enfermedades o niveles de infestación con ninguno de estos individuos.

Palabras clave: macadamia, plagas, enfermedades, *Rosellinia*, *Antiteuchus*, *Acrosternum*.

ABSTRACT. Phytosanitary survey in five macadamia (*Macadamia integrifolia* Maiden et Betche) cultivars in Colombia. As a consequence of the increase of the commercial area of macadamia trees in the Colombian coffee zone, a research program was created to evaluate the agronomic behavior of macadamia cultivars, and to identify the main sanitary problems that could affect production at economic levels. The research was carried out for 11 years, at the Paraguaicito (Quindío) Experimental Station. Fifty-two insects, ten fungi, one yeast, two algae, one lichen and two rodents were found associated to the crop. As a main phytosanitary problem, the fungus *Rosellinia pepo* Pat., causal agent of star gall, was identified. This fungus causes the death of the tree in its productive stage. Four economically important pests were also identified: *Antiteuchus tripterus* (F.) (Hemiptera: Pentatomidae); *Acrosternum* sp. (Hemiptera: Pentatomidae); *Ecdytolopha* pos. *aurantianum* (Lepidoptera: Tortricidae), and *Atta cephalotes* (L.) (Hymenoptera: Formicidae). There were no differences with respect to the incidence or infestation levels among the five evaluated cultivars.

Key words: Macadamia, pests, diseases, *Rosellinia*, *Antiteuchus*, *Acrosternum*.

Introducción

La Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, por intermedio del Programa de Desarrollo y Diversificación, inició en 1989 el fomento del cultivo de la macadamia en la zona central cafetera colombiana, basándose en la buena adaptación del cultivo, representada en un excelente comportamiento agronómico, fitosanitario y productivo en la Subestación Experimental de CENICAFÉ, Paraguaicito (Quindío). Esta zona presenta las condiciones agroecológicas ideales para el buen desarrollo y producción de la

nuez, siendo esta además una alternativa económica y rentable frente al café (Villegas 1996a).

Las siembras de macadamia (*Macadamia integrifolia* Maiden et Betche) en Colombia comenzaron en 1969, en la Subestación Experimental de Paraguaicito, con semilla procedente de Estados Unidos. El hecho de no haber realizado ninguna clase de selección durante los años de permanencia de los cultivos en el país dificultó mucho la obtención de cultivares, razón por la cual se sugirió que los materiales

¹ Centro Nacional de Investigaciones de café. CENICAFE. Colombia. clemencia.villegas@cafedecolombia.com

Cuadro 1. Descripción de cultivares de *Macadamia integrifolia* sembrados en la subestación experimental Paraguaicito, CANICAFÉ

Cultivar	Nombre común	Vigor del árbol	No. nueces/kg	% almendra	Características
HAES 246	Keauhou	Mediano	140	35-40	Crecimiento plagiotrópico. Variedad superior, se presenta en condiciones ambientales ideales.
HAES 344	Kau	Bueno	120	36-38	Variedad promisoría productiva y vigorosa. Por la forma de su copa permite sembrarla a densidades mayores.
HAES 508	Keakea	Muy bueno	120	34-38	Variedad resistente al volcamiento. De producción abundante. Buena calidad.
HAES 660	Keaau	Bueno	154	42	Variedad promisoría, productiva y vigorosa. Por la forma de la copa permite sembrarse a densidades mayores.
HAES 800	Makai	Bueno	126	40	Se adapta bien en zonas altas. Variedad promisoría relativamente nueva.

existentes se trabajaran como patrones y se introdujeran yemas de macadamia de países cercanos, con condiciones ecológicas similares a las colombianas.

En los meses de septiembre y octubre del año 1987 se recibieron las primeras varetas (ramas con yemas de variedad cultivada conocida) del CATIE (Costa Rica), correspondientes a los cultivares HAES 246, HAES 344, HAES 660, HAES 508 y HAES 800, los cuales provenían originalmente de una rigurosa selección de mejoramiento realizada en la Hawaii Agricultural Experimental Station (HAES; Cuadro 1).

A mediados de 1988, se sembraron los primeros lotes con injertos de estos cinco cultivares, en la Subestación Experimental de Paraguaicito y en CENICAFÉ, con miras a tener jardines clonales en diferentes localidades que produjeran suficientes yemas para realizar su fomento.

Con el incremento de las áreas sembradas en la zona cafetera, fue necesario estructurar un programa de investigación orientado a identificar los insectos y patógenos que se encontraban asociados al cultivo, determinar los daños y su importancia económica, con miras a lograr su manejo y control.

Materiales y métodos

La investigación se llevó a cabo entre 1988 y 1999 en la Subestación Experimental de Paraguaicito, localizada en el Municipio de Buenavista (Quindío; 04°23'N y 75°44'O; 1250 msnm), en una plantación de seis meses de edad, sembrada con los cultivares HAES 246, HAES 344, HAES 660, HAES 508 y HAES 800 (40 árboles por cultivar), con distancias de siembra de 7 x 7 m y una pendiente de 5 a 20%. Los cultivares presentaban un sistema de siembra de un surco por cultivar.

El manejo agronómico de la plantación se realizó con base en fertilizaciones, de acuerdo con análisis de suelos y foliares, podas de formación y mantenimiento, manejo de malezas manual y con herbicidas selectivos. No se aplicó ningún tipo de fungicida o insecticida.

Tomando en cuenta que la macadamia era un cultivo nuevo y había un total desconocimiento tanto de la parte agronómica como fitosanitaria en Colombia, las evaluaciones se realizaron mensualmente con base en análisis descriptivos en 40 árboles por cada uno de los cultivares durante los primeros cinco años; después de este tiempo y durante seis años se realizó un seguimiento de los principales problemas sanitarios, como el daño causado por los roedores *Sciurus granatensis* (ardillas) y *Dasyprocta punctata* (guatines), el insecto perforador de nueces *Ecdytolopha* pos. *aurantianum*, y el hongo *Nematospora coryli*, que ocasiona pudriciones en la almendra.

Para las evaluaciones mensuales, se revisaba cuidadosamente cada uno de los órganos del árbol (raíz, tallo, hojas, flores y frutos). En el caso de encontrar el estado inmaduro de algún insecto, este se recolectaba en cajas plásticas transparentes, se realizaba una descripción del tipo de daño y, en el laboratorio de CENICAFÉ, se completaba su ciclo biológico. La alimentación de los insectos siempre consistió en hojas o frutos de macadamia frescos. Una vez obtenido el estado adulto, este se clasificaba por comparación con la colección de artrópodos de CENICAFÉ y de la Universidad Nacional de Medellín. Los que no se lograron identificar fueron enviados al Entomology Laboratory Plant Sciences Institute, en Beltsville, Maryland, Estados Unidos.

En el caso de encontrar una enfermedad, se realizaba una descripción del daño. El órgano afectado

se guardaba en bolsas de papel, para realizar el aislamiento respectivo en medios nutritivos selectivos en el laboratorio de fitopatología de CENICAFÉ. La identificación se realizó por medio de claves taxonómicas.

Resultados y discusión

Se encontraron asociados a los cinco cultivares de macadamia 52 insectos, 10 hongos, una levadura, dos algas, un liquen y dos roedores.

Insectos

De los 52 insectos asociados al cultivo, 25 son masticadores y filófagos, cinco chupadores, cinco xilófagos, un minador, dos transmisores de levadura, un raspador de corteza de frutos, un agallícola y dos provocan caída de flores y frutos; cinco de ellos son depredadores y cinco parasitoides de huevos o larvas (Cuadro 2) (Posada y García 1976, Institut de Researches pour les Huiles et Oleagineux 1978, Posada 1989, Andrade *et al.* 1996, Villegas 1998a, b, Coto 1999).

Solo cuatro de estos insectos revisten importancia económica, y otros son potencialmente importantes, ya que se han registrado como plagas en otros países productores de la nuez. Las cuatro especies de insectos que revisten importancia económica son *Antiteuchus tripterus* (chinche negro) y *Acrosternum* sp. (chinche verde), *E. pos. aurantianum* (perforador de los frutos) y *Atta cephalotes* (hormiga arriera). *A. tripterus* (Fig.1) y *Acrosternum* sp. ocasionan la caída prematura de frutos y son transmisores del hongo *N. coryli*, principal patógeno que afecta las almendras. Los dos últimos insectos han sido reportados como plagas de importancia económica en varios países productores de la nuez (Bittenbender and Hirae 1980, La Croix y Thindwa 1986, Jones y Caprio 1992, Umaña *et al.* 1995, Van den Berg 1995).

A. tripterus se registró en el año 1993 y fue la más prevalente durante ese año. Como control biológico natural se registró el parasitoide de huevos *Panuropsis semiflaviventris*, el cual ejerce su control sobre posturas de *A. tripterus* (Villegas 1992).

N. coryli se constituye en el principal problema patológico en almendras, y es una de las causas principales de castigo en el precio de venta (Fig. 2) (Umaña *et al.* 1991, Villegas 1996b, Zuñiga 1988). Los mayores porcentajes de incidencia de esta plaga se registran en el cultivar HAES 508, con 40%, seguido por HAES 800 y HAES 246 con 20%, HAES 344 con 18% y HAES 660 con 15%.

Es importante anotar que el espesor de la concha del cultivar HAES 508 es mucho menor que el de los

demás cultivares (alrededor de 3 a 4 mm), lo que lo hace más susceptible al daño ocasionado por el chinche.



Figura 1. Adulto de *Antiteuchus tripterus* ovipositando en una hoja de macadamia.



Figura 2. Daño ocasionado por *Nematospora coryli* en almendra de macadamia.

E. pos. aurantianum presenta mayor incidencia que los chinches *A. tripterus* y *Acrosternum* sp. en el campo. En Colombia, se han reportado daños del orden del 60% en fincas, reduciendo la conversión en planta de almendra/concha a un 11% (Fig. 3) (Rincón 2000). Sin embargo, y debido al manejo integrado que se le ha dado, se ha logrado reducir los niveles de daño a porcentajes menores del 6% en los últimos seis años del estudio (Villegas 1992).

El manejo de esta plaga consiste básicamente en la recolección de la totalidad de los frutos que caen al suelo, con el fin de cortar el ciclo biológico del insecto e incrementar los insectos benéficos que se han encontrado en forma natural, depositando las nueces perforadas en fosas instaladas dentro de los mismos lotes y cubiertas con una maya fina, con el fin de lograr la liberación y dispersión de los benéficos dentro del mismo lote.

El principal agente de control biológico observado es *Aphanteles* sp. parasitando larvas (Villegas 1992), lo que concuerda con registros realizados en Costa Rica por Blanco (1991) y Blanco *et al.* (1993).

A. cephalotes ocasiona graves años en la etapa de crecimiento vegetativo. El manejo de este insecto debe estar orientado a la destrucción del nido, especialmente la reina. En siembras nuevas, se recomienda espolvorear insecticida al plato de los árboles, ya que la mortalidad de estos puede ser alta (Villegas 1992).

Entre los insectos que presentan una amenaza potencial por los reportes de otros países se encuentran *Hypothenemus obscurus* (falsa broca) y *Trigona* sp. (abeja negra). Esta última se registró causando daño en los primeros años de desarrollo del cultivo; sin embargo, una vez que florecen los árboles *Trigona* sp. se convierte en una excelente polinizadora.

Cuadro 2. Insectos asociados al cultivo de la macadamia en Paraguaicito, Colombia

Nombre científico	Nombre común	Orden	Familia	Hábitos
<i>Brevipalpus</i> sp.	<i>Acaro tostador</i>	Acari	Tenuipalpidae	Raspador de la corteza de frutos
Sin identificar	Acaro	Acari	Tenuipalpidae	Roña y agallas en frutos
<i>Araecerus fasciculatus</i>	Gorgojo del café	Coleoptera	Anthribidae	Barrenador de frutos
<i>Brachypoda</i> sp.	—	Coleoptera	Chrysomelidae	Masticador de follaje
<i>Compsus</i> sp.	Picudo	Coleoptera	Curculionidae	Masticador de follaje
<i>Stethobaris</i> sp.	Picudo	Coleoptera	Curculionidae	Masticador de flores
<i>Gymnetis</i> sp.	Cucarrón atigrado	Coleoptera	Scarabaeidae	Masticador de follaje
<i>Coccotrypes cyperi</i>	—	Coleoptera	Scolytidae	Barrenador de frutos
<i>Hypothenemus obscurus</i>	Falsa broca	Coleoptera	Scolytidae	Perforador de frutos
Sin identificar	Perforador	Coleoptera	Lyctidae	Perforador de tronco y ramas
Sin identificar	Minador de hojas	Diptera		Minador de hojas
<i>Antiteuchus tripterus</i>	Chinche negro	Hemiptera	Pentatomidae	Chupador y transmisor de levadura
<i>Acrosternum</i> sp.	Chinche verde	Hemiptera	Pentatomidae	Chupador y transmisor de levadura
Sin identificar	Chinche	Hemiptera	Pentatomidae	Chupador
Sin identificar	Chinche	Hemiptera	Coreidae	Chupador
<i>Atta cephalotes</i>	Hormiga arriera	Hymenoptera	Formicidae	Masticador de follaje
<i>Camponotus senex</i>	Hormiga	Hymenoptera	Formicidae	Masticador. Asociado con áfidos.
<i>Cryptocerus</i> sp.	Hormiga plana	Hymenoptera	Formicidae	Masticador. Asociado con áfidos.
<i>Pheidole</i> sp.	Hormiga	Hymenoptera	Formicidae	Masticador de almendras (germinador)
<i>Trigona</i> sp.	Abeja negra	Hymenoptera	Apidae	Masticador de follaje
<i>Aeneolamia</i> sp.	Salivita	Homoptera	Cercopidae	Masticador de flores
<i>Toxoptera aurantii</i>	Áfidos	Homoptera	Aphididae	Chupador
Sin identificar	—	Homoptera	Membracidae	Chupador
<i>Aethalion reticulatum</i>	—	Homoptera	Membracidae	Chupador
Sin identificar	Clavito	Homoptera	Membracidae	Chupador
<i>Estigmene acrea</i>	Gusano peludo	Lepidoptera	Arctiidae	Masticador de follaje
<i>Halysidota</i> sp.	Gusano peludo	Lepidoptera	Arctiidae	Masticador de follaje
<i>Caligo</i> sp.	Mariposa buho	Lepidoptera	Brassolidae	Masticador de follaje
<i>Opsiphanes</i> sp.	Gusano cabrito	Lepidoptera	Brassolidae	Masticador de follaje
<i>Acraga moorei</i>	Gusano gelatina	Lepidoptera	Dalceridae	Masticador de follaje
<i>Sibine</i> sp.	Gusano monturita	Lepidoptera	<i>Limacodidae</i>	Masticador de follaje
<i>Natada fusca</i>	—	Lepidoptera	Limacodidae	Masticador de follaje
<i>Phobetron hipparchia</i>	<i>Gusano araña</i>	Lepidoptera	Limacodidae	Masticador de follaje
Sin identificar	Gusano rojo	Lepidoptera	Limacodidae	Masticador de follaje
<i>Megalopyge</i> sp.	Barbas de indio	Lepidoptera	Megalopygidae	Masticador de follaje
<i>Megalopyge</i> sp.	Gusano pollo	Lepidoptera	Megalopygidae	Masticador de follaje
<i>Automeris</i> sp.	<i>Gusano pinito</i>	Lepidoptera	Saturnidae	Masticador de follaje
Sin identificar	Mariposa verde	Lepidoptera	Saturnidae	Masticador de follaje
<i>Ecdytolopha</i> pos. <i>aurantianum</i>	—	Lepidoptera	Tortricidae	Perforador de frutos
<i>Platynota</i> sp.	Pegador de hojas	Lepidoptera	Tortricidae	Masticador de follaje
<i>Oiketicus</i> sp.	<i>Gusano canasta</i>	Lepidoptera	Psychidae	Masticador de follaje
<i>Selenothrips rubrocinctus</i>	Trips del mango	Thysanoptera	Thripidae	Chupador de follaje
<i>Stelopolybia</i> sp.	Avispa mona	Hymenoptera	Vespidae	Depredador
<i>Polybia</i> sp.	Avispa	Hymenoptera	Vespidae	Depredador
<i>Pheidole</i> sp.	Hormiga	Hymenoptera	Formicidae	Depredador
<i>Azteca</i> sp.	—	Hymenoptera	Formicidae	Depredador
<i>Goniozus</i> sp.	Avispa	Hymenoptera	Bethylidae	Parasitoide de larvas
<i>Rogas</i> sp.	Avispa	Hymenoptera	Braconidae	Parasitoide de larvas
<i>Apanteles</i> sp.	Avispa	Hymenoptera	Braconidae	Parasitoide de larvas
<i>Telenomus</i> sp.	Avispa	Hymenoptera	Scelionidae	Parasitoide de huevos
<i>Phanuropsis semiflaviventris</i> .	Avispa	Hymenoptera	Scelionidae	Parasitoide de huevos de <i>Antiteuchus tripterus</i>
<i>Chrysopa</i> sp.	—	Neuroptera	<i>Chrysopidae</i>	Depredador (estado larval)



Figura 3. Daño ocasionado por el perforador *Ecdytolopha pos. aurantianum* en frutos de macadamia.

El escoltído *Cocotrypes cyperi* se encontró ocasionando daño en frutos, y este es el primer registro que se tiene de esta plaga en Sudamérica.

Los demás insectos que se encontraron asociados al cultivo aparecen esporádicamente en las diferentes etapas de desarrollo del cultivo y no han requerido de manejo debido a la gran diversidad de control biológico presente. Este hecho atestigua la necesidad de hacer un uso muy estricto de los agroquímicos dentro de programas de manejo integrado de plagas y enfermedades acordes con la protección del medio ambiente.

Hongos, levaduras, algas y líquenes

Se encontraron asociados al cultivo nueve hongos patógenos, una levadura, dos algas y un líquen (Villegas 1996b) (Cuadro 3).

De los nueve hongos patógenos, *Rosellinia pepo*, agente causal de la llaga estrellada, y *Botryodiplodia* sp. se constituyen en los de mayor importancia, ya que ocasionan la muerte de los árboles en su etapa productiva (Fig. 4).

R. pepo se registró por primera vez en 1997, en el cultivar HAES 508 (Villegas 1992). En total han muerto 12 árboles: cuatro de HAES 660, tres de HAES 246 y dos de HAES 344. No se ha observado que este patógeno afecte a uno de los cinco cultivares en particular.

R. pepo se ha manejado eliminando los árboles que presentan síntomas del hongo con una inyección de Tordón® (2,4-D+picloram) en el cuello de sus troncos (Fig. 5), y podando las raíces tanto del árbol infectado como de los adyacentes.

Botryodiplodia sp. se registró coincidiendo con aplicaciones de una banda pegajosa al tronco (ALT, producto comercial utilizado para atrapar ratones o insectos en bodegas) (Villegas 1992). Esta banda se colocó con el fin de controlar la hormiga arriera (*A. cephalotes*). En total murieron 9 árboles, correspondientes a los cultivares HAES 246, 344 y 508.

Botrytis sp. ocasiona el secamiento de las flores y es un hongo que ha tomado importancia en cultivos asociados con café, debido a las altas humedades relativas que se presentan en este cultivo (Hunter y Kunimoto 1973).

Cuadro 3. Hongos, levaduras, algas y líquenes asociados al cultivo de la macadamia en Paraguaicito, Colombia

Nombre científico	Nombre común	Lugar que ataca
Hongos fitopatógenos		
<i>Armillaria mellea</i>	Llaga blanca	Raíces
<i>Aspergillus</i> sp.	Pudrición de la almendra	Frutos
<i>Botryodiplodia</i> sp.	—	Tronco
<i>Botrytis</i> sp.	—	Flores y frutos.
<i>Colletotrichum</i> sp.	—	Frutos
<i>Curvularia</i> sp.	Pudrición de la almendra	Frutos
<i>Fusarium</i> sp.	Pudrición de la almendra	Frutos
<i>Penicillium</i> sp.	Pudrición de la almendra	Frutos
<i>Pestalotia</i> sp.	Quema de las hojas	Hojas y frutos
<i>Rosellinia pepo</i>	Llaga estrellada	Raíces
<i>Nematospora coryli</i>	Mancha de levadura	Almendras
Algas		
<i>Cephaleuros viresces</i>	Mancha algácea	Parásita de hojas
Sin identificar	Alga verde	Parásita de hojas
Líquenes		
Sin identificar	Líquenes	Parásito de ramas y tronco



Figura 4. Síntomas de *Rosellinia pepo* en un árbol de macadamia.

Los demás hongos patógenos encontrados no revisten importancia económica y no requieren de manejo o control. Las dos algas, al igual que los líquenes encontradas en las hojas y tronco, se ven aumentada por la alta humedad de los lotes, favorecida por las distancias de siembra, y su daño se podría manifestar en la reducción de la capacidad fotosintética.

Otras regiones productoras de la nuez, como Hawaii (Nishijima *s.f.*) y Australia (Fitzell y Loebel 1991), reportan algunos organismos en común con Colombia, como el alga *C. virescens* y los hongos *Colletotrichum* sp. y *Botrytis cinerea*.

Roedores

Se encontraron asociados al cultivo principalmente dos fitófagos roedores: *Sciurus granatensis* (Rodentia: Sciuridae; ardilla) y *Dasyprocta punctata* (Rodentia: Dasyproctidae; guatín) (Eisenberg 1989).

Las evaluaciones realizadas durante los últimos seis años de estudio del daño ocasionado por roedores en las nueces indican que los mayores niveles de daños se registraron en los cultivares HAES 508



Figura 5. Síntomas de *Rosellinia pepo* en raíz de macadamia.

(50%) y HAES 800 (51%), en mayo de 1998 (Villegas 1992). Estos dos cultivares son más susceptibles al daño por roedores, ya que presentan una concha o cuesco mucho más delgada que las de los demás cultivares (alrededor de 3-4 mm).

Los daños que causan estos roedores a las nueces difieren por su mordedura, ya que *D. punctata* ocasiona pequeñas incisiones alrededor de la concha (Figs. 6a y b), a diferencia de *S. granatensis*, que raspa la corteza de la concha en forma vertical hasta perforarla (Fig. 6c).

Cabe anotar que en los meses de agosto y septiembre de 1998 se presentó un período seco definido, debido al fenómeno del niño. En octubre comenzó el período húmedo, que dio lugar a una mayor floración. Durante el desarrollo del fruto (febrero a abril) se presentó un período de severa deficiencia de agua, coincidiendo con la época crítica de llenado de frutos, que originó una disminución en su peso; de ahí que se haya presentado un mayor consumo de nueces por estos roedores durante ese período. En 1994, los mayores niveles de daños se registraron en el mes de diciembre (6 al 24%). Para los otros años de evaluación, los mayores daños se registraron siempre en el mes de mayo (10 al 51%).

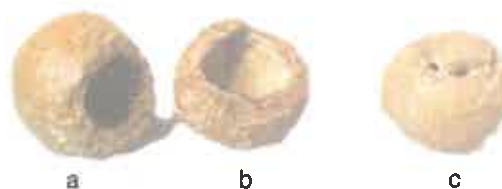


Figura 6. Daño ocasionado a las nueces de macadamia por los roedores *Dasyprocta punctata* (guatín) (a y b) y *Sciurus granatensis* (ardilla) (c).

La gran diversidad de entomofauna, microorganismos y roedores asociados al cultivo de la macadamia en Colombia difieren en forma general de lo reportado en otros países, como EUA (Hawaii) (Nishijima 1983), Australia (Fitzell y Loebel 1991), Costa Rica (Coto 1999) y África (Van den Berg 1995). Sin embargo, las plagas principales (insectos) comparten el orden y la familia; es decir, en América (Colombia y Costa Rica) se ha registrado el perforador de los frutos como *Ecdytholopa* sp. (Villegas 1998b, Blanco *et al.* 1993), en Australia, Hawaii y Africa, *Cryptoplebia* sp. (Ironside 1974, Van den Berg 1995), ambos lepidópteros de la familia Tortricidae. En América se ha identificado al chinche *Antiteuchus tripterus* como plaga (Villegas 1998b, Umaña *et al.* 1995), y en Australia, África y Hawaii al chinche *Acrosternum* sp. (Bennett 1990, Jones y Caprio 1992, Sheare y Jones 1996), ambos hemípteros de la familia Pentatomidae.

Los cultivos de macadamia en Colombia se ven favorecidos por la posición latitudinal, ya que se ubica dentro de la franja tropical, caracterizada por presentar durante todo el año altos niveles de radiación solar, temperatura constante y, para las condiciones de Paraguaicito, existe disponibilidad de agua a lo largo de todo el año, con un período corto de déficit hídrico en los meses de junio-julio.

Estas condiciones inducen un crecimiento continuo de los árboles y períodos de floración, especialmente en los meses de febrero, marzo y septiembre, lo cual propicia una disponibilidad permanente de alimento para los organismos plaga. En otros términos, la cadena trófica no se interrumpe por condiciones climáticas.

Agradecimientos

La autora expresa su agradecimiento a M. Lacey Theisen, P.M. Marsh, A.S. Menke, D.R. Smith, M.B. Stoetzel, N.F. Johnson, L. Masner, y D.N. Adamski, del Taxonomic Services Unit Systematic Entomology Laboratory Plant Sciences Institute, Beltsville, Maryland, por la identificación de los insectos; a Barry Valentine, del Department of Zoology, The Ohio State University; al Sr. Dariel Vallejo Ortiz, por la toma de información en el campo; a Gonzalo Hoyos S, auxiliar IV de Divulgación, Cenicafé, por la fotografía; a Esther C. Montoya R., Álvaro Jaramillo R. y Zulma Nancy Gil P., investigadores de Cenicafé, por las correcciones, sugerencias y revisión del artículo; a Stephen L. Wood, Brigham Young University, UTAH, por la identificación de insectos escoltífidos.

Literatura citada

- Andrade C, MG; Amat, G; Fernández, F. 1996. Insectos de Colombia, estudios escogidos. Bogotá, CO, Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. 541 p. (Colección Jorge Alvarez Lleras no. 10).
- Bennett, FD. 1990. Potential for biological control of the stink bug *Nezara viridula*, a pest of macadamias. *Acta Horticulturae* 275:679-684.
- Bittenbender, HC; Hiraе, HH. 1980. Common problems of macadamia nut in Hawaii. Honolulu, US, University of Hawaii. 44 p. (Research Extension Series No. 112).
- Blanco, H. 1991. Macadamia: un parasitoide del barrenador de la nuez. *Boletín Informativo MIP (Costa Rica)* No.19-20. p. 3.
- _____; Watt, A; Cosens, D. 1993. Ciclo de vida y comportamiento de oviposición de *Ecdytholopa torticornis* (Lep: Tortricidae), barrenador de la nuez de macadamia. *Manejo Integrado de Plagas* 29:36-39.
- Coto, D. 1999. Insectos plaga de macadamia en la zona Atlántica de Costa Rica *Manejo Integrado de Plagas* 52:74-79.
- Eisenberg, JF. 1989. *Mammals of the Neotropics; the Northern Neotropics*. Chicago, US, The University of Chicago Press. 449 p.
- Fritzell, R; Loebel, MR. 1991. Diseases and disorders of macadamia. *snt*. p. 69-81.
- Hunter, JE; Kunimoto, RK. 1973. Reduction of macadamia nut set by *Botrytis cinerea*. *Phytopathology* 63:939-941.
- Institut de Recherches pour les Huiles et Oleagineux. 1978. Ravageurs du palmier a huile en Amérique Latine. *Oleagineux* 33(7):326-415.
- Ironside, DA. 1974. Biology of macadamia nut borer (*Cryptophlebia ombrodelta* (Lower)). *Queensland Journal of Agricultural and Animal Science* 31(3):201-212.
- Jones, V; Caprio, L. 1992. Damage estimates and population trends of insects attacking seven macadamia cultivars in Hawaii. *Journal of Economic Entomology* 85(5):1884-1890.
- La Croix, EAS; Thindwa, HZ. 1986. Macadamia pest in Malawi. III. The major pests. *Tropical Pest Management* 32(1):11-20.
- Nishijima, WT. 1983. Diseases of macadamia in Hawaii. *In Macadamia Production Seminar* (1983, Hito, Hawaii, US). *Proceedings*. Hawaii, US, Hawaii Macadamia Nut Association. p. 50-62.
- Posada O, L. 1989. Lista de insectos dañinos y otras plagas en Colombia. Bogotá, CO, ICA. 662 p. (Boletín Técnico No. 43).
- _____; García, F. 1976. Lista de predadores, parásitos y patógenos de insectos registrados en Colombia. Bogotá, CO, ICA. 90 p. (Boletín Técnico No. 41).
- Rincón S, O. 2000. Manual para el cultivo de la macadamia. Bogotá, CO, CORDICAFE. p. 84.
- Shearer, PW; Jones, VP. 1996. Suitability of Macadamia nut as a host plant of *Nezara viridula* (Hemiptera: Pentatomidae). *Journal of Economic Entomology* 89(4): 996-1003.
- Umaña, E; Carballo, M; Coto, D; Pérez, D. 1995. Fluctuación poblacional de *Antiteuchus tripterus* (F) (Hemiptera: Pentatomidae) y su parasitoide *Trissolcus radix* (Johnson) (Hymenoptera: Scelionidae) en el cultivo de la macadamia. *Manejo Integrado de Plagas* 37:1-6.

- Umaña, G; Masís, C; Campos, LF. 1991. Perspectivas para el manejo cultural y químico de las pudriciones en la nuez de macadamia *Macadamia integrifolia*. Manejo Integrado de Plagas 10:12-14.
- Van den Berg, MA. 1995. Pests attacking Macadamai in South Africa. ACOTANC- 95. Conference of the Australasian council on tree and nut crops (6). Proceedings. Lismore, NSW, Australia.
- Villegas G, C. 1992. Informes anuales 1992-1999. Proyecto ETI 09-05. Evaluación fitosanitaria de cinco variedades de Macadamia. Informe anuales 1992 – 1999. Chinchiná, CO., Chinchiná. CENICAFÉ.
- _____. 1996a. El cultivo de la macadamia en la zona cafetera Colombiana. Avances Técnicos CENICAFÉ 227:1-8.
- _____. 1996b. Enfermedades de la macadamia en la zona cafetera central. Avances Técnicos CENICAFÉ 228:1-8.
- _____. 1998a. Manejo de insectos asociados a la fase vegetativa del cultivo de la macadamia en Colombia. Avances Técnicos CENICAFÉ 249:1-8.
- _____. 1998b. Manejo de insectos y ácaros asociados a las estructuras reproductivas de la macadamia. Avances Técnicos CENICAFÉ 250:1-8.
- Zuñiga, D; Vargas, E; Umaña, G. 1988. Diagnóstico y aspectos preliminares de la epidemiología de las pudriciones del fruto de la macadamia (*Macadamia integrifolia*) en Turrialba. Agronomía Costarricense 12(1):45-51.

Biología e importancia económica de *Spongospora subterranea* f.sp. *subterranea*, agente causal de la sarna polvorienta o roña de la papa

Mauricio Montero-Astúa¹
Carmen Rivera^{1,2}

RESUMEN. La sarna polvorienta de la papa, causada por el protista *Spongospora subterranea* (Wallroth) Lagerheim f.sp. *subterranea* Tomlinson, es una enfermedad importante del cultivo de la papa, debido al daño cosmético de los tubérculos, a la disminución de la cosecha y al hecho de ser vector del virus *Potato mop-top* (PMTV). Esta enfermedad adquirió una gran importancia en los últimos años en diferentes regiones del mundo, como Europa, Australia, Norteamérica y América del Sur. *S. subterranea* pertenece al grupo de los Plasmodiophoromycetes, parásitos obligados con ciclos de vida complejos. Se ha determinado que es capaz de infectar y producir zoosporas secundarias en un número diverso de plantas. El presente artículo tiene por objetivo compilar y organizar la información existente sobre los principales aspectos de la biología del organismo. Este conocimiento es de gran importancia para el diseño de estrategias de manejo de la enfermedad.

Palabras clave: patógeno persistente en suelo, Plasmodiophoromycetes, PMTV.

ABSTRACT. Biology and economic importance of *Spongospora subterranea* f.sp. *subterranea*, the causal agent of potato powdery scab. The potato powdery scab, caused by *Spongospora subterranea* (Wallroth) Lagerheim f.sp. *subterranea* Tomlinson, is an important potato disease because it causes cosmetic damage in the tubers, a reduction in yield and the transmission of Potato mop-top pomovirus (PMTV). In recent years, this disease has gained importance in many areas of the world, namely Europe, Australia, North and South America. *S. subterranea* belongs to the Plasmodiophoromycetes group. It is a plant parasite with complex life cycles, capable of infection and secondary zoospore production in a diverse number of plant hosts. This paper compiles and organizes existing information about this organism's biology, because this knowledge has a great value for the design of disease management strategies.

Key words: Plasmodiophoromycetes, PMTV, Soil-borne disease.

Introducción

Spongospora subterranea (Wallroth) Lagerheim f.sp. *subterranea* Tomlinson es el agente causal de la sarna polvorienta de la papa (Fig. 1) (Zambolim *et al.* 1995, Harrison *et al.* 1997). También es vector del virus *Potato mop-top* (PMTV) (Jones y Harrison 1969, Arif *et al.* 1995), que causa una enfermedad del cultivo de la papa de reciente importancia en países del norte de Europa, Estados Unidos y Canadá (Sandgren 1996, Helias y Bourdin 2000, Nielsen y Nicolaisen 2000, Wale 2000, Lambert *et al.* 2003, Xu *et al.* 2004).

En Australia, la sarna polvorienta de la papa ha causado un problema muy serio, que ha aumen-

tado durante las últimas tres décadas (Hughes 1980, Kirkham 1986, De Boer 1991, 2000). En Europa, la enfermedad fue inicialmente descrita en Alemania, por Wallroth, en 1841 (Zambolim *et al.* 1995, Harrison *et al.* 1997) y conocida desde entonces en diferentes países. En los últimos años ha aumentado su importancia mundial, debido principalmente a la amplia distribución de cultivares de papa susceptibles a la enfermedad; al aumento de la irrigación complementaria; a condiciones ambientales frías y húmedas durante las épocas de cultivo, en ocasiones relacionadas con siembras tempranas o tardías; a una inadecuada rotación

¹ Centro de Investigación en Biología Celular y Molecular, Universidad de Costa Rica, 2060, San José, Costa Rica. montero-mau@costarricense.cr

² Facultad de Microbiología, Universidad de Costa Rica, 2060, San José, Costa Rica. crivera@racsa.co.cr

de los cultivos; a la ausencia de programas apropiados de inspección de los tubérculos semilla, y a los cambios del mercado, que requiere mayores estándares de calidad para la comercialización de los tubérculos o su uso industrial (Hughes 1980, Kirkham 1986, De Boer 1991, Harrison *et al.* 1997).



Figura 1. Lesiones de sarna polvorienta provocada por *Spongospora subterranea* f.sp. *subterranea* en tubérculos de papa en Costa Rica.

Al igual que otras enfermedades de plantas provocadas por hongos o protistas patógenos habitantes del suelo, la sarna polvorienta es considerada como una de las más problemáticas para el cultivo de la papa. El inóculo de la enfermedad (masas de esporas en el suelo o en los tubérculos semilla) es muy difícil de controlar, debido a su resistencia a fungicidas y biocidas, a su persistencia prolongada en el suelo, y a la falta de fuentes de resistencia a la enfermedad (Eraslan y Turham 1989, Jeger *et al.* 1996, Secor y Rivera-Varas 2004).

En 1987 se informó de una alta incidencia de *Rhizoctonia solani* y *Spongospora subterranea* en zonas productoras de semilla de papa en Costa Rica (Amador 1987). Recientemente, se confirmó la presencia de este Plasmodiophoromycete en el país (Montero-Astúa *et al.* 2002).

Debido a la importancia creciente de la enfermedad en diferentes áreas del mundo (Secor y Rivera-Varas 2004), y su confirmación en Costa Rica, se hace necesario revisar los principales y más recientes aspectos de la biología y ecología de *S. subterranea*.

Distribución

S. subterranea parece ser originaria de los Andes y sin duda fue llevada a otras regiones del mundo por embarques de tubérculos contaminados (Harrison *et al.* 1997). Hallazgos de poblaciones silvestres de papa infectadas por el hongo en América del Sur confirman su origen (Ciampi *et al.* 1992).

Actualmente, la distribución de *S. subterranea* es muy amplia, e incluso se ha afirmado que es mundial (Hughes 1980). Ha sido encontrada en la antigua Checoslovaquia, Finlandia, Italia, Noruega, Rusia,

Suiza, Holanda, y en áreas de producción de papa de Asia, Australia, y Norte, Centro y Sur de América (Ramos *et al.* 1995, Zambolim *et al.* 1995, Ahmad *et al.* 1996, Carling 1996, Draper *et al.* 1997, Harrison *et al.* 1997, Lucero *et al.* 1997, Lucero 1998, Montero-Astúa *et al.* 2002, García *et al.* 2004, Jaramillo *et al.* 2004, Navia y García 2004, Secor y Rivera-Varas 2004).

Taxonomía

Existe controversia en cuanto a la posición taxonómica de los Plasmodiophoromycetes y, por lo tanto, de *S. subterranea*. A pesar de que presentan características comunes con hongos y protozoarios, se consideran actualmente como un *phylum* distinto, Plasmodiophoromycota. Estos organismos no producen hifas y su cuerpo vegetativo es un plasmodio holocárpico. El *phylum* consta de una sola clase, Plasmodiophoromycetes, un solo orden, Plasmodiophorales, y de una sola familia, Plasmodiophoraceae, la que contiene a *Spongospora* y ocho géneros más (Alexopoulos *et al.* 1996, Harrison *et al.* 1997). En muchas publicaciones se menciona a los Plasmodiophoromycetes como pertenecientes al reino protista (Merz 1997b, Arauz 1998), muy cercanos a los protistas ciliados (Barr 1983, Castlebury 1994); sin embargo, para fines prácticos, se siguen considerando como hongos y, como tales, se continúan incluyendo tanto en los libros de micología como en los trabajos divulgativos. Braselton (1995) recomienda denominar a estos organismos como protistas hasta que no haya evidencia molecular o de otro tipo que permita clasificarlos dentro de otro taxón. Recientemente, análisis moleculares con secuencias de las proteínas actina y ubiquitina confirmaron que estos organismos no son hongos y sugieren que se encuentran emparentados de cerca con los *phylum* de protistas Cercozoa y Foraminifera (Archibald y Keeling 2004).

Se reconocen dos grupos dentro de los Plasmodiophoromycetes, basados en rasgos nucleares. El grupo Plasmodiophora se caracteriza, entre otros aspectos, por miembros con núcleos pequeños, con un volumen aproximado de $14 \mu\text{m}^3$; y el grupo Sorosphaera (donde se sitúa *S. subterranea*), caracterizado por núcleos de volúmenes aproximados de 23 a $32 \mu\text{m}^3$. Además de los rasgos nucleares, estos dos grupos se diferencian en las barreras parásito-hospedante. Los miembros del grupo Sorosphaera, incluyendo a *S. subterranea*, poseen barreras parásito-hospedante de una sola membrana durante todo el desarrollo esporógeno del protista. Por el contrario, las barreras parási-

to-hospedante de los Plasmodiophora consisten de una membrana de 5 a 7 capas para los plasmodios jóvenes, que se convierten en barreras de una sola capa, cuando éste entra en el estado transitorio (Braselton 1992).

De las tres especies del género, *S. subterranea*, *S. capanulae* y *S. cotulae*, sólo la primera es de importancia económica. Existen dos subespecies de *S. subterranea*, morfológicamente iguales pero diferenciadas por su ámbito de hospedantes: *S. subterranea* f.sp. *nasturtii*, que infecta al berro, pero no a la papa o al tomate, y *S. subterranea* f.sp. *subterranea*, que afecta la papa, el tomate y también a otras solanáceas y no solanáceas (Harrison *et al.* 1997). Además, existen diferencias en las barreras parásito-hospedante, contradictorias a lo expuesto para el grupo Sorosphaera, que sugieren que puede haber más diferencias entre las dos formas de *S. subterranea*. Las barreras parásito-hospedante del plasmodio esporangiogéno entre *S. subterranea* f.sp. *nasturtii* y el berro son de tipo grueso para plasmodios jóvenes y de tipo delgado para plasmodios adultos, mientras que entre *S. subterranea* f.sp. *subterranea* y el tomate se encuentra una barrera delgada para el plasmodio esporangiogéno. Lo anterior concuerda con lo observado en estados tempranos y tardíos en el desarrollo esporangiogéno del plasmodio en la papa (Braselton 1992).

Aún no se ha informado la existencia de razas fisiológicas o patotipos de *S. subterranea*, ya que la variación entre aislamientos del organismo ha sido poco estudiada. Recientemente, se sugirió la existencia de dos grupos del patógeno, por diferencias en la secuencia de la región ITS (*ribosomal internal transcribed spacer*). Tal separación en dos grupos se ha determinado para distintas poblaciones analizadas mediante la secuenciación y comparación de la región ITS (Bulman y Marshall 1998, Qu *et al.* 2000) y la digestión enzimática de una sección de la misma (Jaramillo *et al.* 2004).

Morfología y ciclo de vida

El protista sobrevive en el suelo por largos períodos, hasta de 10 años, gracias a esporas de resistencia llamadas "quistes" (Zambolim *et al.* 1995). Los quistes son de forma hexagonal o poligonal y presentan en su pared exterior protuberancias pequeñas con forma de verruga (Jones 1978, Lahert y Kavanagh 1985, Hutchison y Kawchuk 1998). El quiste posee núcleo, mitocondrias, ribosomas, retículo endoplasmático, vacuolas y cuerpos lipídicos. Se encuentra delimitado por una cubierta de cinco capas, separada de la pared del quiste por un espacio periplasmático. A su vez, la pared del quiste

está compuesta por tres capas distintas. La capa más externa, W_1 , se compone de varillas, de apariencia densa al microscopio electrónico, que forman parte de una matriz entre los quistes y las protuberancias en forma de verrugas o domos de la pared. La capa W_2 es más uniforme y se encuentra constituida por un material granular, menos opaco al microscopio electrónico de transmisión que la capa W_1 . La capa W_3 es evidente justo antes de la diferenciación de la zoospora, cuando se desarrolla un poro de germinación en la capa W_2 . El poro está rodeado de un anillo grueso, constituido de un material opaco al microscopio electrónico de transmisión (Lahert y Kavanagh 1985, Merz 1997a). Los quistes se encuentran agregados en estructuras denominadas quistosoros o bolas de esporas (Fig. 2a). Cada quistosoro es una estructura acanalada, irregular y hueca, con apariencia de esponja, debido a las cavidades de la superficie exterior y a la red de canales internos. Son de forma circular, ovalados, alargados, piriformes o totalmente irregulares, de 24 a 96 μm de diámetro y de color café a dorado-café (Jones 1978, Lahert y Kavanagh 1985, Hutchison y Kawchuk 1998). La apariencia de sarna en los tubérculos es provocada por las masas de quistosoros, que forman pústulas sobre los tubérculos de papa, con remanentes de la piel de los mismos adherida a las pústulas (Jones 1978, Kirkham 1986).

Se cree que los quistes pueden presentar una germinación escalonada en el tiempo, lo que favorece la supervivencia del organismo patógeno a largo plazo y aumenta la posibilidad de ocurrencia de las infecciones. Sin embargo, la germinación escalonada requiere que algunas esporas se mantengan latentes cuando las condiciones promueven la germinación. Los mecanismos que controlan la activación de la germinación no se conocen, pero pueden involucrar distintas tasas de maduración, posiblemente por remoción de inhibidores, ya sea por lavado o metabólicamente, antagonismo por parte de otros habitantes del suelo, estimulación por exudados radicales, o inhibición causada por la composición iónica del agua del suelo, como se ha visto para *Plasmodiophora brassicae* (Harrison *et al.* 1997). La estimulación por exudados radicales parece ser un factor importante debido a la liberación diferencial de zoosporas primarias en respuesta a distintas variedades de tomate o diferentes especies (Naiva y García 2004). Además, la capacidad de supervivencia de los quistes es tan alta que resisten el paso por el tracto digestivo de los animales (Harrison *et al.* 1997).

Dentro de cada quiste se forma una zoospora primaria de aproximadamente 3 μm de diámetro. La

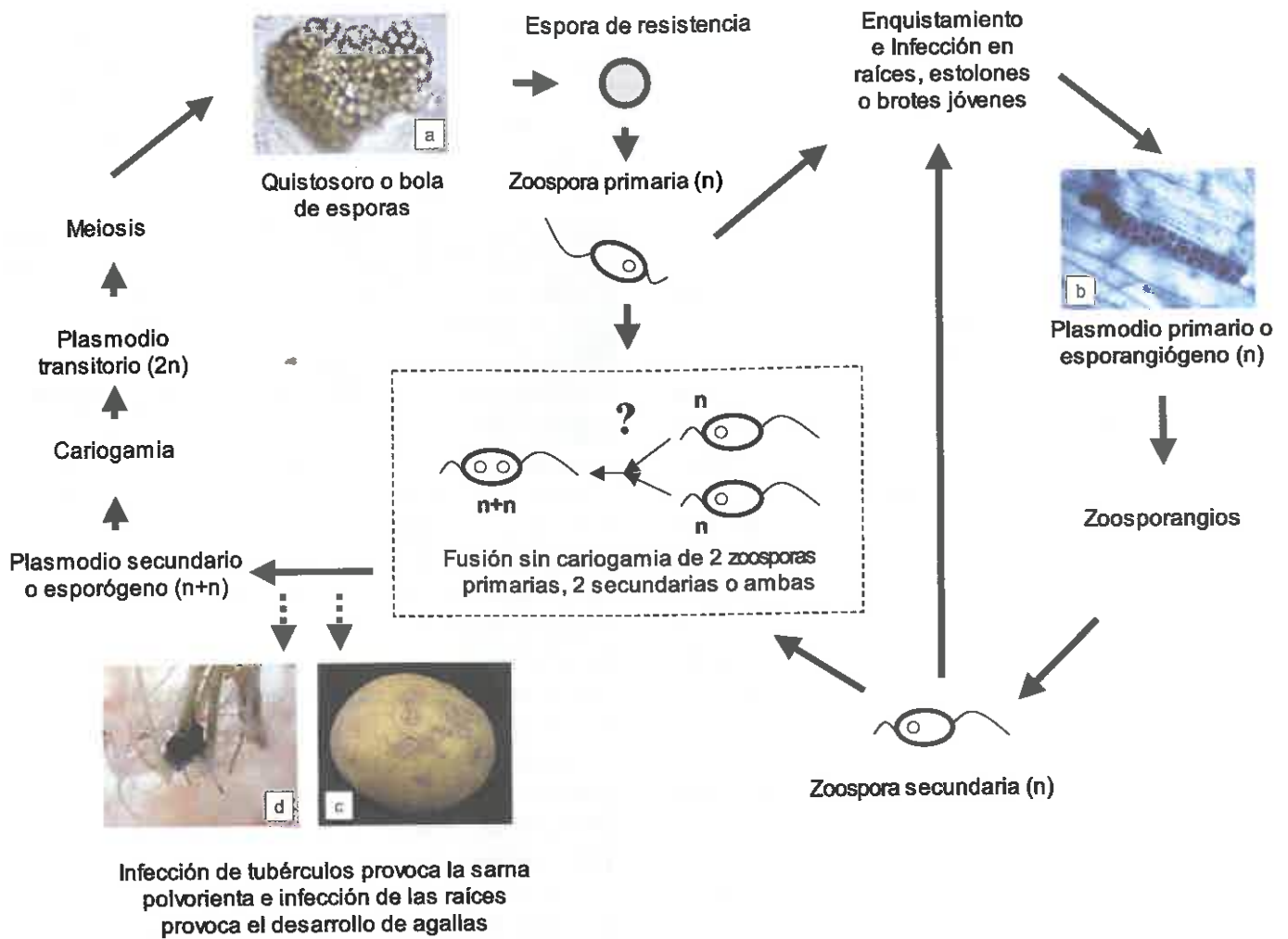


Figura 2. Ciclo de vida de *Spongospora subterranea* f.sp. *subterranea*. (a) Quistosoro de *S. subterranea* observado al microscopio de luz (x500); (b) plasmodio primario en célula epidemial de la raíz de tomate cv. Supermarmande (x500); (c) lesiones de sarna polvorienta de la papa; (d) agallas causadas por *S. subterranea* en raíces de tomate cv. Supermarmande. Fotografías tomadas en el CIBCM, UCR.

zoospora primaria contiene núcleo, nucleolo, mitocondrias, ribosomas, retículo endoplasmático, vacuolas, cuerpos multivesiculares y lipídicos, y flagelos con una configuración de microtúbulos “9+2” típica (Lahert y Kavanagh 1985).

En condiciones favorables y en la presencia de agua líquida, los quistes latentes germinan liberando normalmente una zoospora uninucleada, algunas veces binucleada, a través de un poro en la pared del quiste (Harrison *et al.* 1997). Se sugiere que la formación de las zoosporas puede ocurrir en forma rápida y, por el contrario, su liberación se da largo tiempo después del desarrollo de los poros de salida (Merz 1997a). Recientemente, se determinó, con temperaturas entre 11 y 22 °C, un tiempo mínimo de liberación de las zoosporas primarias de 24 h (Navia y García 2004). Una vez liberadas, muestran un movimiento recto, con cambios súbitos de dirección (Merz 1997a).

Las zoosporas primarias tienen un flagelo largo posterior, con una sección final que disminuye progresivamente de grosor. En la dirección opuesta, se encuentra un flagelo activo corto, con una transición abrupta de grueso a delgado. La longitud de los flagelos, calculada en evaluaciones al microscopio electrónico de barrido (SEM), es de $16,4 \pm 0,8 \mu\text{m}$ y $5,0 \pm 0,4 \mu\text{m}$, respectivamente. Los flagelos están insertados lateralmente en un ángulo de aproximadamente 180° uno con respecto al otro, y presentan una protuberancia en forma de anillo en el punto de inserción. Tanto el patrón de nado como la morfología de las zoosporas primarias son similares a las de las zoosporas secundarias (Merz 1997a).

El tiempo que se mantienen las zoosporas móviles antes de enquistarse depende de la temperatura. En términos generales, la temperatura parece ser un factor determinante de la liberación, movilidad y

supervivencia de las zoosporas (Navia y García 2004). El proceso de enquistamiento se refiere a la adhesión de la zoospora a un pelo radical u otro tejido vegetal, y a la consiguiente infección. El espacio recorrido por la zoospora es de unos pocos centímetros; sin embargo, éstas pueden ser transportadas por el movimiento del agua a través del suelo (Harrison *et al.* 1997).

En las zoosporas enquistadas, se observan al microscopio de luz cavidades alargadas en forma de pera, muy similares a las informadas para las zoosporas secundarias de *Polymyxa betae* y las primarias de *Plasmodiophora brassicae*. Keskin y Fuchs (1969, citados por Merz 1997a) denominaron a esta estructura “caña” (Rohr). Cada una de ellas posee una espina (Stachel) y en su extremo se encuentra un apresorio, que fija la zoospora a la pared de la célula hospedera. Esta estructura permite al protista penetrar al hospedante mecánicamente (Merz 1997a). Este proceso de infección es único y constituye un rasgo importante de los Plasmodiophoromycetes. El mismo mecanismo de infección se observó en las zoosporas secundarias de *S. subterranea* (Merz 1992). Aún se desconoce el mecanismo exacto del paso del plasmodio de la zoospora al interior de la célula vegetal, pero se propone que el estilete o espina sea hueco y actúe como una aguja hipodérmica; o que el estilete no sea hueco y su única función sea abrir paso en la célula vegetal; o que haya un paso directo de la “myxoameba” a través de la pared del hospedante (Harrison *et al.* 1997). El primer estado post-infección visible bajo el microscopio de luz es un plasmodio uninucleado (Merz 1997a).

Después de entrar al pelo radical, el patógeno se convierte en un plasmodio multinucleado (Fig. 2b), separado del hospedante por una membrana simple. Eventualmente, este plasmodio primario o esporangiígeno (Merz 1997b, Arauz 1998) se parte en segmentos para formar zoosporangios de un solo núcleo, que se dividen para formar zoosporas uninucleadas. Estas zoosporas secundarias pueden reinfectar las raíces, de manera que se liberan más zoosporas al suelo y el inóculo se incrementa.

Tanto las zoosporas primarias como las secundarias pueden infectar tubérculos y células epidérmicas de raíces, estolones y brotes jóvenes (Harrison *et al.* 1997) para producir plasmodios primarios y nuevas generaciones de zoosporas secundarias. Alternativamente, las zoosporas secundarias, primarias o ambas (Merz 1997b) se fusionan sin cariogamia e infectan nuevas células, donde dan origen a un

nuevo plasmodio dicariótico, llamado “plasmodio esporígeno”. Este, luego de la cariogamia y la meiosis, da origen a las esporas de resistencia, que son liberadas al suelo al desintegrarse el tejido del hospedante (Arauz 1998). Las roñas o sarna (Fig. 2c) se originan de la infección y el desarrollo de este plasmodio esporígeno en lenticelas no suberizadas o en desarrollo. Los tubérculos son susceptibles a la infección durante 2 o 3 semanas después del inicio de su desarrollo (Harrison *et al.* 1997). También se informa la producción de esporas de resistencia en agallas de raíces secundarias (Fig. 2d; Ramos *et al.* 1995).

Los aspectos principales del desarrollo de las esporas de resistencia incluyen el plasmodio joven con un nucleolo prominente dentro del núcleo; divisiones nucleares cruciformes simultáneas en el plasmodio joven; el plasmodio transitorio, también llamado “estado acariótico”, con núcleos que no contienen nucleolos observables al microscopio de luz; divisiones nucleares no cruciformes (interpretadas como divisiones meióticas) justo antes, o durante, la división del plasmodio; y división del plasmodio transitorio en esporas latentes incipientes (quistes; Braselton 1992). La fase diploide (plasmodio transitorio) es probablemente de vida corta y resulta de la cariogamia en el plasmodio, inmediatamente antes de la formación de las esporas latentes (Harrison *et al.* 1997).

La exudación de solutos a partir de lenticelas inmaduras puede actuar como atrayente para las zoosporas; sin embargo, la quimiotaxis en *S. subterranea* nunca ha sido demostrada (Harrison *et al.* 1997).

Se han sugerido dos mecanismos para la propagación del plasmodio a través de los tejidos del tubérculo: (i) los plasmodios son de vida libre y se mueven tanto intra como intercelularmente; o (ii) los plasmodios se mantienen dentro de las células, exhiben nutrición por absorción y son diseminados pasivamente conforme las células se dividen. Sin embargo, hay poca evidencia para la primera teoría, y es posible que el movimiento activo nunca ocurra (Harrison *et al.* 1997).

Sintomatología

Los primeros síntomas de la enfermedad son pequeñas ampollas en la superficie del tubérculo. Estas ampollas revientan después de desenterrar los tubérculos, para exponer una masa levantada de quistosoros con apariencia de sarna (Kirkham 1986). En ocasiones, las ampollas son muy pequeñas y difíciles de visualizar y no revientan hasta un mes o más después de haber desenterrado los tubérculos (Gans 2000). Esta aparición

tardía de los síntomas en poscosecha representa una potencial fuente de inóculo en almacenamiento y en lotes de tubérculos seleccionados como semilla vegetativa. Los tubérculos más grandes generalmente presentan una mayor incidencia y severidad de roña (Hims 1976, Hughes 1980, Eraslan y Turham 1989). Además, los tubérculos grandes presentan más el síntoma de canchales, mientras que los más pequeños presentan más el síntoma de sarna polvorienta (Hims 1976).

Estas roñas afectan usualmente al tejido exterior, pero en ocasiones pueden penetrar más profundo, destruyendo una gran proporción del tubérculo. Normalmente son circulares, con un diámetro entre 0,3 y 1,5 cm, pero coalescen en aquellos tubérculos altamente infectados (Zambolim *et al.* 1995, Harrison *et al.* 1997).

La enfermedad también puede dar origen a tumores después de un período prolongado de condiciones que la favorecen. También se han informado agallas en brotes, provocadas por infección de meristemas apicales de raíces adventicias. Dichas agallas también pueden presentarse en raíces y estolones. Las agallas severas en las raíces pueden provocar el marchitamiento y muerte de las plantas jóvenes (Zambolim *et al.* 1995, Harrison *et al.* 1997).

También se informa de pudriciones de raíz asociadas a la infección por *S. subterranea*. Estas se manifestaron a diferentes niveles en todos los genotipos de papa evaluados por Eraslan y Turham (1989). Las pudriciones se observaron tanto en raíces inoculadas artificialmente como en forma natural, y se obtuvieron zoosporas de *S. subterranea* de las mismas (Eraslan y Turham 1989).

La sarna polvorienta y la sarna común, causada por *Streptomyces scabies*, se confunden en las evaluaciones visuales (Bell *et al.* 1999, Merz 2000b). Se diferencian fácilmente por evaluación microscópica, donde la aparición de quistosoros indica la presencia de *S. subterranea*, mientras que las cadenas de conidios en forma de barril muestran la presencia de *S. scabies* (Harrison *et al.* 1997). También son comunes las infecciones mixtas de los tubérculos, donde aparecen ambos patógenos (Van de Haar 2000).

Importancia económica

Usualmente, la enfermedad tiene un efecto cosmético en los tubérculos, haciéndolos desagradables a la vista; por lo tanto, se les rechaza o se reduce su valor comercial. La enfermedad puede ser un factor limitante para la exportación e importación, especialmente de tubérculos semilla. Si se desarrolla la forma de la enfermedad que provoca canchales, el crecimiento de la

planta puede ser inhibido y se reduce el rendimiento (Zambolim *et al.* 1995, Harrison *et al.* 1997).

Se informan pérdidas por tubérculos no comercializables de hasta un 50% en Australia (Hughes 1980) y pérdidas hasta del 100% del producto cosechado en Venezuela (García *et al.* 2004). Datos recientes de experimentos en Nueva Zelanda confirman el potencial de la enfermedad para causar una reducción del rendimiento. De acuerdo con Merz (2000a), el uso de tubérculos semilla de papa con un 10% de superficie infectada produjo una reducción en el número de brotes, tallos por planta, número de tubérculos por planta y en el peso fresco de plantas y tubérculos.

S. subterranea f.sp. *subterranea* es el vector del virus PMTV (Jones y Harrison 1969). Además, los tubérculos infectados por la sarna polvorienta son particularmente susceptibles a otras enfermedades, como el tizón tardío (*Phytophthora infestans*), pudrición rosada (*Phytophthora erythroseptica*), pudrición seca (*Fusarium caeruleum*) y pudrición por *Colletotrichum atramentarium* (Harrison *et al.* 1997). Asimismo, hay un aumento de las pudriciones en almacenamiento (Kirkham 1986).

Consideraciones finales

Desde los primeros informes de la sarna polvorienta de la papa en 1841 por Wallroth (Harrison *et al.* 1997), se encuentran numerosas publicaciones referentes a la enfermedad. Algunas son trabajos extensos en que se analizan diversos aspectos de la biología y ecología de *S. subterranea*, como es el caso de Kole (1954). Aun cuando estos trabajos son muy valiosos, se hace evidente la necesidad de una mayor investigación para entender la biología de *S. subterranea*, especialmente sus mecanismos de supervivencia (Van de Graaf *et al.* 2000). Este conocimiento es de gran importancia para el desarrollo de estrategias de combate y control de la enfermedad.

Literatura citada

- Ahmad, I; Iftikhar, S; Soomro, MH; Merz, U. 1996. First report of *Spongospora subterranea* f.sp. *subterranea* on potato in Pakistan. *Plant Disease* 80:959.
- Alexopoulos, CJ; Mims, CW; Blackwell, M. 1996. *Introductory Mycology*. Nueva York, US, John Wiley & Sons. 869 p.
- Amador, R. 1987. Evaluación de fungicidas aplicados al suelo para el combate de *Rhizoctonia solani* y *Spongospora subterranea* en papa. *Investigación Agrícola* 1(1):16-19.
- Arauz, LF. 1998. *Fitopatología: un enfoque agroecológico*. San José, CR, Editorial de la Universidad de Costa Rica. 467 p.
- Archibald, JM; Keeling, PJ. 2004. Actin and Ubiquitin protein sequences support a Cercozoan/Foraminiferan ancestry for the Plasmidiphorid plant pathogens. *Journal of Eukaryotic Microbiology* 5(1):113-118.

- Arif, M; Torrance, L; Reavy, B. 1995. Acquisition and transmission of potato mop-top furovirus by a culture of *Spongospora subterranea* f.sp. *subterranea* derived from a single cystosorus. *Annals of Applied Biology* 126:493-503.
- Barr, DJS. 1983. The Zoosporic Grouping of Plant Pathogens. Entity or Non-entity. In *Zoosporic Plant Pathogens*. Buczacki, ST. ed. New York, US, Academic Press. p. 43-83.
- Bell, KS; Roberts, J; Verrall, S; Cullen, DW; Williams, NA; Harrison, JG; Toth, IK; Cooke, DEL; Duncan, JM; Claxton, JR. 1999. Detection and quantification of *Spongospora subterranea* f.sp. *subterranea* in soils and on tubers using specific PCR primers. *European Journal of Plant Pathology* 105:905-915.
- Braselton, JP. 1992. Ultrastructural karyology of *Spongospora subterranea* (Plasmodiophoromycetes). *Canadian Journal of Botany* 70:1228-1233.
- _____. 1995. Current status of the plasmodiophorids. *Critical Reviews in Microbiology* 21(4):263-275.
- Bulman, SR; Marshall, JW. 1998. Detection of *Spongospora subterranea* in potato tuber lesions using the polymerase chain reaction (PCR). *Plant Pathology* 47(6):759-766.
- Carling, DE. 1996. First report of powdery scab of potatoes in Alaska. *Plant Disease* 80:1208.
- Castlebury, LA. 1994. Small-Subunit Ribosomal RNA Gene Phylogeny of *Plasmodiophora brassicae*. *International Mycological Congress (5, Vancouver, CA)*. Abstracts. p. 32.
- Ciampi, L; Contreras, A; Padulosi, S; Spooner, D; González, S. 1992. Observaciones microbiológicas realizadas sobre material vegetal recolectado en el archipiélago de los Chonos y Guaytecas. *Agro Sur* 20(1):45-48.
- De Boer, RF. 1991. Evaluation of potato cultivars in the greenhouse and field for resistance to powdery scab. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 31:699-703.
- _____. 2000. Summary of the session on recognizing the components of an integrated control approach to powdery scab and the potato mop top virus. In Merz, U; Lees, AK. eds. *European Powdery Scab Workshop (1, Aberdeen, UK)*. Proceedings. p.101-104.
- Draper, MA; Secor, GA; Gudmestad, NC. 1997. First report of potato powdery scab, caused by *Spongospora subterranea* f.sp. *subterranea* in North Dakota. *Plant Disease* 81:693.
- Eraslan, F; Turhan, G. 1989. Studies on powdery scab of potatoes with special regard to the reactions of certain potato cultivars and clones. *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz* 96(4):353-360.
- Gans, PT. 2000. Summary on the session on symptom range and disease assessment. In Merz, U; Lees, AK. eds. *European Powdery Scab Workshop (1, Aberdeen, UK)*. Proceedings. p. 27-28.
- García, RA; García, J; Garnica, J; Espinoza, Y. 2004. Estudio de epifitias en la roña de la papa (*Spongospora subterranea*) en el estado de Mérida, Venezuela. *Revista Latinoamericana de la Papa, Suplemento Especial, Marzo, Oral 40*.
- Harrison, JG; Searle, RJ; Williams, NA. 1997. Powdery scab disease of potato – a review. *Plant Pathology* 46:1-25.
- Helias, V; Bourdin, D. 2000. Evaluation and adaptation of diagnostic methods for Potato mop top virus (PMTV). In Merz, U; Lees, AK. eds. *European Powdery Scab Workshop (1, Aberdeen, UK)*. Proceedings. p. 93-97.
- Hims, M. 1976. The weather relationships of powdery scab of potatoes. *Annals of Applied Biology* 84:274-275.
- Hughes, IK. 1980. Powdery scab (*Spongospora subterranea*) of potatoes in Queensland: occurrence, cultivar susceptibility, time of infection, effect of soil pH, chemical control and temperature relations. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry* 20:625-632.
- Hutchison, LJ; Kawchuk, LM. 1998. Fungi Canadenses No. 338: *Spongospora subterranea* f. sp. *subterranea*. *Canadian Journal of Plant Pathology* 20:118-119.
- Jaramillo, S; Calderón, H; Hincapié, LA; Afanador, L. 2004. Caracterización de la variabilidad molecular de *Spongospora subterranea* (Wallr.) Lagerh. f. sp. *subterranea* en las principales zonas paperas de Colombia. *Revista Latinoamericana de la Papa, Suplemento Especial, Marzo, Oral 39*.
- Jeger, MJ; Hide, GA; van den Boogert, PHJF; Termorshuizen, AJ; van Baarlen, P. 1996. Pathology and control of soil-borne fungal pathogens of potato. *Potato Research* 39:437-469.
- Jones, D. 1978. Scanning electron microscopy of cystosory of *Spongospora subterranea*. *Transcriptions of the British Mycological Society* 70(2):292-3-293.
- Jones, RAC; Harrison, BD. 1969. The behavior of potato mop-top virus in soil, and evidence for its transmission by *Spongospora subterranea* (Wallr.) Lagerh. *Annals of Applied Biology* 63:1-17.
- Kirkham, RP. 1986. Screening for resistance to powdery scab disease of potatoes. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 26:245-247.
- Kole, AP. 1954. A contribution to the knowledge of *Spongospora subterranea* (Wallr.) Lagerh., the cause of powdery scab of potatoes. *Tijdschrift over Plantenziekten* 60:1-65.
- Lahert, H; Kavanagh, JA. 1985. The fine structure of the cystosorus of *Spongospora subterranea*, the cause of powdery scab of potato. *Canadian Journal of Botany* 63:2278-2282.
- Lambert, DH; Levy, L; Mavrodieva, VA; Johnson, SB; Babcock, MJ; Vayda, ME. 2003. First Report of Potato mop-top virus on Potato from the United States. *Plant Disease* 87:872.
- Lucero, H; Lucero, G; Reina, O; Chiarlo, N. 1997. Sarna pulverulenta de la papa causada por *Spongospora subterranea* (Wallr.) Lagerh. Su prospección en Mendoza, Argentina. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cuyo*. 29(1):29-34.
- _____. 1998. Sarna pulverulenta de la papa *Spongospora subterranea* (Wallr.) Lagerh. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cuyo*. 30(1):77-86.
- Merz, U. 1992. Observations on swimming pattern and morphology of secondary zoospores of *Spongospora subterranea*. *Plant Pathology* 41:490-494.
- _____. 1997a. Microscopical observations of the primary zoospores of *Spongospora subterranea* f.sp. *subterranea*. *Plant Pathology* 46:670-674.
- _____. 1997b. *Spongospora* Home Page (en línea). Consultado 23 abr. 2001. Disponible en <http://www.pa.ipw.agrl.ethz.ch/spongospora/spwelcom.htm>.
- _____. 2000a. Experiments on direct control and yield loss made in New Zealand. In Merz, U; Lees, AK. eds. *European Powdery Scab Workshop (1, Aberdeen, UK)*. Proceedings. p. 51-52.
- _____. 2000b. Powdery scab control in Switzerland. In Merz, U; Lees, AK. eds. *European Powdery Scab Workshop (1, Aberdeen, UK)*. Proceedings. p. 43-44.

- Montero-Astúa, M; Vásquez, V; Rivera, C. 2002. Ocurrence of potato powdery scab caused by *Spongospora subterranea* f. sp. *subterranea* in Costa Rica. *Plant Disease* 86:1273.
- Navia, E; García, C. 2004. Estudios en la biología y patología de *Spongospora subterranea* en papa. *Revista Latinoamericana de la Papa, Suplemento Especial, Marzo, Oral* 38.
- Nielsen, SL; Nicolaisen, M. 2000. National potato production and powdery scab situation in Denmark. *In Merz, U; Lees, AK. eds. European Powdery Scab Workshop (1, Aberdeen, UK). Proceedings.* p. 89-91.
- Qu, X; Kavanagh, JA; Egan, D. 2000. *Spongospora subterranea* f.sp. *subterranea*: molecular variation, PCR detection and isolation in vitro. *In Merz, U; Lees, AK. eds. European Powdery Scab Workshop (1, Aberdeen, UK). Proceedings.* p. 75-77.
- Ramos, G; Mendoza, C; Ponce, F; Hernández, G. 1995. Etiología, distribución, histopatología y control de la roña polvorienta de la papa en los valles altos de México. *Revista Chapingo Serie Protección Vegetal* 2(1):67-70.
- Sandgren, M. 1996. On Spraing in Potato, A soil-borne virus disease in potato, significance, detection and variability. *Uppsala, SE, Fyris-Tryck AB.* 41 p.
- Secor, G; Rivera-Varas, V. 2004. Emerging diseases of cultivated potato and their impact on Latin America. *Revista Latinoamericana de la Papa, Suplemento Especial, Marzo.*
- Van de Graaf, P; Lees, AK; Duncan, JM. 2000. Epidemiology and control of *Spongospora subterranea* f.sp. *subterranea*, with special reference to zoospore release and bait plant infection. *In Merz, U; Lees, AK. eds. European Powdery Scab Workshop (1, Aberdeen, UK). Proceedings.* p. 57-60.
- Van de Haar, J. 2000. The powdery scab situation in the Netherlands. *In Merz, U; Lees, AK. eds. European Powdery Scab Workshop (1, Aberdeen, UK). Proceedings.* p. 21-22.
- Wale, S. 2000. Summary of the session on national potato production and the powdery scab situation. *In Merz, U; Lees, AK. eds. European Powdery Scab Workshop (1, Aberdeen, UK). Proceedings.* p. 3-9.
- Xu, H; DeHaan, TL; De Boer, SH. 2004. Detection and confirmation of Potato mop-top virus in Potatoes Produced in the United States and Canada. *Plant Disease* 88:363-367.
- Zambolim, L; Parizzi, P; Matsuoka, K; Xavier, F; do Valle, R; Chaves, GM. 1995. Sarna pulverulenta da batata. *Fitopatologia Brasileira* 20:5-12.

La diversidad de insectos en cítricos y su importancia en los programas de manejo integrado de plagas

Guillermo A. León M.¹

RESUMEN. Por ser de ciclo permanente, los cultivos de cítricos ofrecen buenas oportunidades para desarrollar programas de manejo integrado de plagas, porque pueden albergar diversas especies de insectos benéficos que sirven como control de las especies dañinas. La presencia y abundancia de enemigos naturales de las plagas asociadas a los cultivos de cítricos se detalla en este artículo, especialmente por la acción que ejercen sobre las poblaciones de las plagas. Se presenta un listado de enemigos naturales depredadores y parasitoides de las principales plagas de los cítricos donde se encuentran nuevos registros de enemigos naturales para Colombia. La presencia de esta biodiversidad de insectos benéficos significa una gran posibilidad de regulación natural de poblaciones dañinas y un excelente potencial de control biológico de plagas de los cítricos.

Palabras clave: biodiversidad, MIP en cítricos, parasitoides, depredadores.

ABSTRACT. *Citrus insects biodiversity and their importance in integrated pest management programs.* Citrus trees are long-lived, and as such, they offer better opportunities to develop integrated pest management programs. They can shelter diverse species of beneficial insects that decrease harmful species populations, keeping an environmental balance. The presence and abundance of natural enemies of citrus pests is recorded in this article, regarding in particular their effect on pest populations. A list of natural enemies, parasitoids and predators, of citrus pests is presented, which comprises new records for Colombia. The presence of this insect biodiversity represents an opportunity for natural regulation of harmful insects and an excellent potential for biological control of citrus pests.

Key words: Biodiversity, IPM citrus, parasitoids, predators.

Introducción

Los cultivos de cítricos albergan diversas especies vegetales y animales, entre ellas insectos dañinos y benéficos que, generalmente, se encuentran en equilibrio ecológico y en poblaciones estables, lo cual facilita el establecimiento, reproducción y acción de depredadores, parasitoides y patógenos de los insectos dañinos. Por su diversidad y estabilidad, los cítricos ofrecen mejores oportunidades para el manejo integrado de plagas en comparación con los cultivos anuales o semestrales (Clausen 1978, Nasca *et al.* 1981).

Según registros del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA 1976) y la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica 1997), en Colombia hay más de 100 especies de insectos y ácaros dañinos asociados al cultivo de los cítricos, pero menos del 20% de ellas llegan a considerarse plagas

de importancia económica, porque la diversidad ecológica permite la supervivencia de gran cantidad de insectos y ácaros benéficos que mantienen controladas las poblaciones de las especies dañinas.

Las plagas más frecuentes en los cítricos son ácaros, moscas blancas, escamas o cochinillas del tronco y follaje, trips, picudos, el minador de los cítricos, áfidos y larvas comedoras de follaje. En plantaciones jóvenes, se pueden presentar además hormigas trozadoras, chisas y termitas que afectan la raíz de las plantas. De todas las anteriores, el ácaro tostador se puede considerar como plaga primaria o clave en la mayoría de las zonas productoras. El minador de los cítricos, los trips, *Orthezia* spp., las moscas blancas, escamas y áfidos se pueden considerar como secundarias u ocasionales, debido al buen control natural existente y a que se pre-

¹ Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria CORPOICA, Centro de Investigación La Libertad, km 17 Vía Puerto López, Villavicencio. Colombia. galeon@corpoica.org.co

sentan en épocas definidas. Como plagas potenciales se pueden destacar algunos piojos, hormigas, chisas y termitas, que se presentan ocasionalmente o en huertos con manejo agronómico deficiente (León 2001).

Los poblaciones de insectos dañinos se incrementan cuando las condiciones para su establecimiento, alimentación y reproducción son adecuadas. Generalmente, los enemigos naturales de las plagas se sincronizan con las poblaciones dañinas y evitan los crecimientos poblacionales extremos de estas (Greathead 1992).

Los enemigos naturales se clasifican en parasitoides, depredadores y patógenos; por lo general, causan mortalidad a las especies dañinas y disminuyen sus densidades de población y su potencial de reproducción, aminorando directamente el daño que causan a los cultivos. La razón anterior es suficiente para considerarlos primordiales en los procesos de reducción de las poblaciones de insectos dañinos y, por lo tanto, deben ser tenidos en cuenta dentro de los planes de manejo integrado de plagas en cualquier cultivo o región (De Bach 1964, Nasca *et al.* 1981, Smith y Hoy 1995).

Depredadores y parasitoides de insectos dañinos en cítricos

Depredadores

Los depredadores son organismos que atacan, matan y se alimentan de sus víctimas o presas para sobrevivir. En general, los depredadores no se especializan en atacar una sola especie, sino que se pueden alimentar de varias. Los más importantes para el control de insectos plagas en agricultura se encuentran en los órdenes Coleoptera, Diptera, Hymenoptera, Hemiptera y Neuroptera (Clausen 1978, Flint y Dreistadt 1999).

Las arañas se cuentan entre los organismos depredadores de insectos dañinos más abundantes en los cultivos de cítricos; están clasificadas en el grupo de los arácnidos, que comprende más de 50 familias de arañas, todas depredadoras. En ese mismo grupo se encuentran también los ácaros depredadores de la familia Phytoseiidae, que son importantes para el control de insectos pequeños y ácaros dañinos en cultivos de cítricos (Flint y Dreistadt 1999, ASOCITRICOS-FEDERACAFE 2000).

Las especies de coleópteros depredadores más importantes en citricultura pertenecen a las familias Carabidae, Staphylinidae y Coccinellidae. Los Carabidae y Staphylinidae suelen habitar el suelo y se alimentan de insectos o larvas de insectos, aunque algunas veces son capaces de subir a los árboles para

buscar a sus presas. Los Coccinellidae se alimentan preferiblemente de áfidos, psílidos, cochinillas, escamas, moscas blancas y piojos blancos, entre otros. Los estados larvales de estos cucarrones consumen más insectos que los adultos, y se camuflan entre sus presas, llegando a confundirse con ellas. Algunas especies muy pequeñas de Coccinellidae, como *Stethorus* spp., se alimentan de huevos de ácaros dañinos, áfidos y trips diminutos (DeBach 1964, Clausen 1978).

Las especies del género *Chrysopa* (Neuroptera: Chrysopidae) son importantes en los cultivos de cítricos porque se alimentan de muchas especies de pulgones, escamas, cochinillas, moscas blancas, piojos blancos e inclusive ácaros pequeños. Los adultos se caracterizan por tener alas traslúcidas y muchas venas que recubren la totalidad de su cuerpo; poseen antenas largas y un aparato bucal masticador con el cual devoran a sus presas. Las larvas de *Chrysopa* spp. son mucho más voraces que los adultos y poseen largas tenazas en sus órganos bucales, adaptadas para sujetar a su presa y succionar el contenido interno de su cuerpo (Clausen 1978, Flint y Dreistadt 1999).

Entre los chinches depredadores del orden Hemiptera (Heteroptera), las familias más importantes son Anthocoridae, Lygaeidae, Miridae, Nabidae, Pentatomidae y Reduviidae. No todas las especies pertenecientes a estas familias son depredadoras, pues existen algunas chinches de las familias Pentatomidae y Lygaeidae que muy dañinas para la agricultura, como *Blisus* spp., *Euschistus* spp., *Nezara* spp. y *Acrosternum* spp. La mayoría de los chinches depredadores son cazadores diurnos y capturan a sus presas en cualquier sitio de la vegetación. Poseen un aparato bucal en forma de estilete o larga aguja hipodérmica, con la cual inyectan veneno a sus presas y extraen el contenido interno de sus cuerpos (Clausen 1978, Nasca *et al.* 1981). Algunas chinches pequeñas, como *Orius* spp. (Hemiptera: Anthocoridae), son depredadores de considerable importancia en todos los cultivos, incluyendo los cítricos, porque controlan una gran cantidad de áfidos pequeños, piojos blancos y moscas blancas, así como huevos de lepidópteros comedores de follaje y otros insectos de cuerpo blando.

Otro grupo importante de insectos depredadores en cultivos de cítricos pertenece al orden Diptera, representado por moscas depredadoras que se observan muy frecuentemente efectuando control natural de varias plagas. Se destacan las familias Asilidae (cuyos integrantes se conocen como "moscas ladronas"), Empididae (cuyos miembros se conocen como "mos-

cas saltonas”) y Syrphidae. De esta última, *Baccha clavata*, *Allograpta* spp., *Syrphus* y *Metasyrphus* spp. son importantes porque sus larvas depredan áfidos y pulgones (Corpoica 1997, Flint y Dreistadt 1999).

Aun cuando la mayoría de himenópteros que atacan las plagas son parasitoides, existe también una gran cantidad de especies de avispas y hormigas depredadoras. Las avispas *Polistes* spp. y *Polybia* spp., de la familia Vespidae, viven en grupos y pueden controlar poblaciones considerables de larvas dañinas a los culti-

vos, porque tienen una gran capacidad de búsqueda y depredación (Greathead 1992, Corpoica 1997).

Otros depredadores de insectos plagas que merecen destacarse son las tijeretas del orden Dermaptera, porque se alimentan de huevos y larvas de muchas polillas e insectos dañinos que viven en la base y las raíces de los árboles o en la superficie del suelo. Algunas especies de grillos del orden Orthoptera también son depredadores y consumen masas de huevos de innumerables especies dañinas (DeBach 1964, Clausen 1978).

Cuadro 1. Principales enemigos naturales depredadores de plagas asociadas a los cítricos en Colombia

Orden	Familia	Especie de enemigo natural	Plagas que controla
Coleoptera	Coccinellidae	<i>Cycloneda sanguinea</i>	Áfidos, escamas
		<i>Olla abdominalis</i> , <i>Olla plagiata</i>	Moscas blancas, áfidos, piojos blancos
		<i>Coleomegilla maculata</i>	Cochinillas, huevos de lepidópteros, áfidos
		<i>Hyperaspis</i> sp.	<i>Orthezia</i> sp., moscas blancas
		<i>Scymnus</i> sp.	Áfidos, moscas blancas
		<i>Delphastus</i> sp.	Ninfas de mosca blanca
		<i>Azya luteipes</i>	Áfidos, <i>Coccus</i> sp., piojos blancos
		<i>Hippodamia convergens</i>	Larvas de plagas defoliadoras, áfidos
		* <i>Diomus</i> sp., * <i>Zagreus</i> sp.	Moscas blancas, piojos blancos
		* <i>Nephaspis</i> sp.	Moscas blancas
		<i>Cryptolaemus</i> sp.	Moscas blancas, escamas varias
		<i>Pentilia castanea</i>	Moscas blancas, escamas coma
		<i>Stethorus</i> sp.	Ácaros de las hojas
<i>Cryptognatha</i> sp.	Piojos blancos, escamas		
Neuroptera	Chrysopidae	<i>Chrysopa</i> spp.	Áfidos, escamas, cochinillas, moscas blancas, minador de los cítricos, huevos de lepidópteros, larvas de defoliadores
	Mantispidae	Varias especies	Larvas de defoliadores, áfidos
Diptera	Cecidomyiidae	<i>Olesicoccus coccidivora</i>	Escama <i>Dysmicoccus</i> spp.
	Syrphidae	<i>Salpingogaster</i> spp.	Áfidos, escamas, cochinillas
		<i>Allograpta</i> spp.	Áfidos
		<i>Bacha</i> spp.	Larvas de lepidópteros
		<i>Ocyrtamus</i> sp.	Comedores de follaje
	<i>Syrphus</i> sp., <i>Metasyrphus</i>	Áfidos, escamas, moscas blancas	
Drosophilidae	<i>Gitona</i> sp.	Ovisacos de <i>Orthezia</i> sp.	
Hymenoptera	Vespidae	<i>Polistes</i> spp.	Larvas comedoras de follaje.
		<i>Polistes versicolor</i> , <i>Polistes canadensis</i>	Minador de los cítricos, comedores de follaje
		<i>Polybia</i> spp.	Minador, larvas de comedores de follaje
	Formicidae	<i>Ectatoma</i> sp., <i>Camponotus</i> sp.	Minador, larvas y pupas del picudo de la raíz
Hemiptera	Reduviidae	<i>Zelus</i> spp.	Áfidos, larvas de comedores de follaje
	Anthocoridae	<i>Orius tricolor</i>	Trips, áfidos, huevos de lepidópteros
	Pentatomidae	<i>Podisus nigrispinus</i>	Áfidos, larvas de comedores de follaje
	Acarina	Phytoseiidae	<i>Neoseiulus</i>
<i>Amblyseius</i> sp., <i>Phytoseiulus</i> sp., <i>Iphiseiodes zuluagai</i>			Ácaros
Cheyletidae			<i>Cheltogenes</i> sp.
Arachnida		Más de 20 especies de arañas	Áfidos, mosca blanca, larvas de lepidópteros defoliadores, minador de los cítricos, ácaros

Fuente: León (2001).

* Especies encontradas recientemente en los Llanos Orientales y que representan nuevos registros para Colombia (ICA 1976, Corpoica 1997, León 2001).

Los estudios y reconocimientos entomológicos permiten establecer la diversidad de insectos que se presentan en la naturaleza. Recientemente, en los Llanos Orientales de Colombia, se han adelantado reconocimientos que permiten relacionar a los depredadores y parasitoides más frecuentes en cultivos de cítricos.

Parasitoides

Existen más de 300000 especies de parasitoides y se podría afirmar que todos los insectos son atacados por al menos uno de ellos. La gran mayoría de los parasitoides pertenecen a los órdenes Hymenoptera y Diptera, con capacidad de parasitar huevos, larvas, ninfas o adultos de insectos dañinos. De esta forma, actúan como enemigos naturales y controlan una gran cantidad de plagas agrícolas (DeBach 1964, Corpoica 1997, Flint y Dreistadt 1999).

La mayoría de los parasitoides son específicos y atacan solo una o unas cuantas especies muy relacionadas entre sí. A diferencia de los depredadores, que pueden matar varias presas, los parasitoides eliminan un individuo por cada una de sus posturas. Gran cantidad de insectos dañinos asociados a los cítricos son afectados naturalmente por uno o más parásitos (Clausen 1972, Corpoica 1977, Nasca, *et al.* 1981, León 1999).

El orden Hymenoptera incluye más parasitoides que cualquier otro orden de insectos, conteniendo miles de especies que pertenecen a más de 40 familias. La mayoría son avispas pequeñas que por lo general no se pueden ver a simple vista. Estas son muy diversas en su apariencia, biología y hospedantes. Son mayormente parásitas de huevos, ninfas, larvas o pupas de insectos plagas (Clausen 1972, Flint y Dreistadt 1999).

Los parásitos de huevos más frecuentes son avispas que parasitan huevos exclusivamente y pertenecen a las familias Mymaridae, Scelionidae y Trichogrammatidae. Otras familias, como Eulophidae y Encyrtidae, incluyen parásitos de huevos y larvas. Las especies del género *Trichogramma* son parasitoides de huevos más conocidos y parasitan diferentes plagas, especialmente polillas y mariposas cuyas larvas se alimentan de hojas, flores y frutos en muchos cultivos, incluyendo los cítricos. Algunas especies de *Trichogramma* están disponibles en el mercado y se liberan en los cultivos logrando controles exitosos (Clausen 1972, León 1999).

Los parásitos de larvas suelen ser avispas de las familias Braconidae e Ichneumonidae. Los géneros más importantes son *Apanteles*, con más de 200 especies; *Bracon*, con más de 100 especies; y *Copidosoma* sp., importante parásito gregario que controla gran

cantidad de larvas de gusanos comedores de follaje. Las avispas de la familia Chalcididae frecuentemente parasitan larvas y pupas de varios insectos dañinos.

El orden Diptera es el segundo en importancia, e incluye alrededor de 16000 moscas parásitas, lo cual representa el 20% de todos los insectos parásitos. Las moscas parásitas depositan sus huevos o larvas sobre su hospedante o muy cerca de él, o sobre las plantas donde este se alimenta. Al menos 12 familias del orden Diptera incluyen parásitos de importantes plagas agrícolas; entre ellas, la familia Tachinidae es la principal (Clausen 1972, Flint y Dreistadt 1999).

Principales insectos dañinos de los cítricos y su control natural

Un buen programa de manejo de plagas requiere determinar la cantidad de individuos presentes y efectuar las medidas de control cuando la población alcance un determinado *nivel de control*. El nivel de control es un índice poblacional variable que indica la necesidad de ejecutar medidas de combate para evitar que la plaga cause daños económicos. Estos niveles dependen, entre otros factores, de la variedad, la especie de la plaga, su control natural, la edad y vigor de la planta, la época del año, precio de venta del producto y el costo del control (Matthews 1984, Knapp 1988).

La presencia de enemigos naturales debe ser tenida en cuenta como un factor fundamental en los programas de manejo integrado de plagas. A continuación se describen los principales grupos de insectos asociados a los cítricos en Colombia y su control natural.

Ácaros

Existen varias especies de ácaros que afectan el follaje y los frutos de los cítricos, entre los cuales el más importante es el ácaro tostador *Phyllocoptruta oleivora* (Acarina: Eriophyidae). Otros ácaros son el ácaro blanco *Polipagotarsonemus latus* (Acarina: Tarsonemidae), el ácaro rojo *Brevipalpus phoenicis* (Acarina: Tenuipalpidae) y varias especies de arañitas de la familia Tetranychidae. Se presentan en todas las zonas productoras de cítricos de Colombia y algunos, como *P. oleivora*, se han convertido en plaga perenne en cuyo combate la utilización de acaricidas es habitual. Recientemente fue reportado el virus de la leprosis de los cítricos en Colombia, el cual es transmitido por el ácaro *B. phoenicis*; por ello, este ácaro se convierte en una especie de importancia económica que requiere control.

Los ácaros tienen como principales enemigos naturales varios cucarrones depredadores de las fami-

lias Coccinellidae y Staphylinidae, factor que debe ser tenido en cuenta y evaluado antes de tomar cualquier decisión de control químico. Entre los coccinellidos se destacan cucarroncitos del género *Stethorus* sp., por

su distribución y porque se alimentan de ácaros de la familia Tetranychidae. Algunos coccinellidos depredadores de ácaros presentes en cítricos son *Hippodamia convergens*, *Olla* sp., *Eriopis* sp., *Scymnus* sp. e

Cuadro 2. Principales enemigos naturales parasitoides de plagas asociadas a los cítricos en Colombia

Familia†	Especie de enemigo natural	Plagas que controla
Aphelinidae	<i>Aphelinus</i> sp.	Áfidos
	* <i>Aphytis chrysomphali</i> , * <i>Aphytis lingnanensis</i> , <i>Aphytis lepidosaphes</i>	Escama amarilla, escamas coma, <i>Coccus</i> spp.
	* <i>Coccophagus matsuyamensis</i>	Escamas, <i>Coccus</i> spp.
	* <i>C. rusti</i> , <i>C. lycimnia</i>	Escamas, <i>Saissetia</i> sp., <i>Coccus</i> sp.
	<i>Aspidiotiphagus</i> sp.	Escamas, cochinillas, piojo blanco
	* <i>Encarsia citrella</i> , <i>Encarsia elongata</i>	Moscas blancas, escamas coma
	* <i>Encarsia aleurothrix</i> , <i>Encarsia lounsburyi</i> * <i>Encarsia luteola</i> , <i>Encarsia basicinta</i>	Moscas blancas, piojos blancos Moscas blancas
Eulophidae	<i>Aleuroctonus vittatus</i>	Moscas blancas
	<i>Aprostocetus</i> sp.	Escamas, cochinillas
	<i>Aceratoneuromyia</i> sp.	<i>Anastrepha</i> sp.
Eulophidae	* <i>Galeopsomyia fausta</i> , * <i>Elasmus tricheridae</i> , <i>Horismenus</i> sp., <i>Closterocerus</i> sp., * <i>Cirrospilus</i> spp. (tres especies), * <i>Zagrammosoma</i> sp.	Minador de los cítricos
	<i>Tetrastichus</i> sp., <i>Prospaltella</i> spp.	Escamas, cochinillas, piojos blancos
Braconidae	<i>Lysiphlebus testaceipes</i>	Áfidos
	<i>Parachasma</i> sp.	Mosca de las frutas <i>Anastrepha</i> sp.
	<i>Apanteles</i> spp.	Larvas de lepidópteros
	<i>Opius</i> spp.	Mosca de las frutas <i>Anastrepha</i> sp.
	<i>Chelonus</i> sp.	Huevos, larvas de comedores de follaje
	<i>Iphiaulax</i> sp., <i>Meteorus</i> sp. * <i>Allobraccon</i> sp.	Gusano canasta, larvas de lepidópteros Minador de los cítricos
Pteromalidae	<i>Pachycrepoideus</i>	Mosca de las frutas
	* <i>Cephaleta</i> sp., * <i>Mesopeltita truncatipennis</i>	Cochinilla negra, <i>Saissetia</i> sp.
	* <i>Scutellista caerulea</i>	<i>Saissetia</i> sp., <i>Ceroplastes</i> sp.
	<i>Pachyneuron</i> sp.	Afidos; <i>Toxoptera citricidus</i>
Encyrtidae	<i>Achrysothrips</i> sp.	Escamas, cochinillas
	* <i>Brethesiella longipes</i>	<i>Icerya</i> sp.
	* <i>Gahaniella saissetiae</i> , * <i>Microterys elegans</i> , * <i>Metaphycus</i> spp.	Escamas blandas <i>Coccus hesperidum</i>
	<i>Anagyrus</i> sp., <i>Homalotylus</i> sp.	Escamas, cochinillas
	<i>Copidosoma</i> sp.	Larvas de lepidópteros defoliadores
	<i>Arrenophagus chionaspidis</i> * <i>Ageniaspis citrella</i>	Piojos blancos Minador de los cítricos
Trichogrammatidae	<i>Trichogramma</i> spp.	Huevos de lepidópteros defoliadores
Scelionidae	<i>Telenomus</i> spp.	Huevos de lepidópteros defoliadores
Eupelmidae	* <i>Brasema</i> sp.	Escama negra <i>Saissetia</i> sp.
Platygasteridae	* <i>Amitus spiniferus</i>	Mosca blanca
Signiphoridae	* <i>Signiphora aleyrodis</i> , * <i>Signiphora mexicana</i> , <i>Signiphora xanthographa</i> , * <i>Signiphora</i> sp. (<i>flavopalliata</i>)	Hiperparasitoide moscas blancas
Chalcididae	<i>Spilochalcis</i> spp.	Larvas defoliadores
Tachinidae	<i>Gonia</i> spp., <i>Winthemia</i> sp.	Larvas de lepidópteros defoliadores.
Sarcophagidae	<i>Sarcodexia</i> sp., <i>Sarcophaga</i> sp.	Larvas de lepidópteros defoliadores

Fuente: León (2001).

† Todas las familias pertenecen al orden Hymenoptera, excepto Tachinidae y Sarcophagidae, que pertenecen al orden Diptera.

* Especies encontradas recientemente en los Llanos Orientales, que representan nuevos registros para Colombia (ICA 1976, Corpoica 1997, León 2001).

Hiperaspis sp. (Cuadro 1). Su importancia radica en la gran cantidad de presas que requieren para sobrevivir, por lo cual contribuyen con el control natural de ácaros y otros insectos dañinos al alimentarse de sus huevos, ninfas y adultos. Gracias a su gran capacidad de adaptación y establecimiento, tienen una amplia distribución y se presentan frecuentemente en los huertos de cítricos.

Pequeñas chinches depredadoras, como *Orius* sp. y *Anthocoris* sp., crisopas como *Chrysoperla carnea* y varias especies de moscas de las familias Cecidomidae, Syrphidae y Dolichopodidae también se pueden encontrar frecuentemente en los huertos de cítricos alimentándose de huevos, ninfas y adultos de ácaros, lo cual contribuye a mantener las poblaciones de la plaga en niveles que no causan daños para la producción (Clausen 1978, Nasca *et al.* 1981, León 2001).

Los ácaros depredadores de la familia Phytoseiidae son sin lugar a dudas los enemigos más importantes de los ácaros dañinos, porque viven dentro de sus colonias y se alimentan de ellas. Su distribución en Colombia es amplia y su presencia en las plantaciones de cítricos frecuentemente evita incrementos de los ácaros dañinos.

Áfidos

Existen varias especies de áfidos o pulgones que atacan los cítricos. Se registran con frecuencia *Aphis citricola*, *A. gossypii* y *Toxoptera citricidus* (Homoptera: Aphididae) y sus poblaciones son reguladas por factores ambientales como la alta pluviosidad y la gran variedad de enemigos naturales parásitos y depredadores. De las tres especies mencionadas, la de mayor importancia es el pulgón negro de los cítricos *T. citricidus*, por ser vector del virus de la tristeza (Llorens 1990).

El control natural de los áfidos es bastante amplio. Las precipitaciones prolongadas y abundantes pueden controlar altas infestaciones de la plaga. Entre los enemigos naturales se destacan insectos depredadores como *Chrysopa* sp., varias especies de cucarroncitos Coccinellidae, moscas de la familia Syrphidae y una amplia gama de trips, chinches y ácaros depredadores (Cuadro 2).

Las especies de insectos benéficos que parasitan áfidos afectan un gran porcentaje de las poblaciones de la plaga y entre ellas se destacan las avispidas *Lysiphlebus* sp. (Hymenoptera: Braconidae) y *Aphelinus* sp. (Hymenoptera: Aphelinidae), que en condiciones naturales pueden parasitar más del 70% de los individuos de una colonia. Además,

se han registrado hongos entomopatógenos como *Verticillium lecanii* que infectan los áfidos hasta causarles la muerte y, en condiciones de alta humedad relativa y temperaturas medias, pueden controlar infestaciones altas (Llorens 1990, León 2000).

Escamas, cochinillas y piojos blancos

La importancia de estos insectos dañinos se puede catalogar como secundaria y, en algunos casos, potencial. Los de mayor incidencia son las escamas negra y marrón de los cítricos (*Chrysomphalus* spp. y *Hemiberlesia* spp.), la escama coma *Lepidosaphes beckii*, la escama articulada *Selenaspidus articulatus* (Homoptera: Diaspididae), el piojo blanco *Unaspis citri* (Homoptera: Diaspididae), *Orthezia praelonga* (Homoptera: Ortheziidae) y la cochinilla harinosa *Planococcus citri* (Homoptera: Pseudococcidae). Estas especies se presentan en cualquier época, pero generalmente sus niveles poblacionales no llegan a ocasionar daños en los cultivos. En épocas de verano y en zonas secas su incidencia puede ser mayor.

Estos insectos pueden vivir en cualquier parte de la planta, pero generalmente se concentran en el tronco, las ramas y las hojas. Cuando se presentan en el tronco y las ramas producen grietas en la corteza, por lo cual la planta atacada se puede secar parcial o totalmente. Cuando se localizan en el follaje, extraen gran cantidad de savia e inyectan sustancias tóxicas que producen la deformación del follaje. La gran mayoría de las escamas y cochinillas secretan sustancias azucaradas que atraen hormigas, las cuales protegen la plaga y ahuyentan sus enemigos naturales. Sobre estas sustancias se desarrolla la fumagina, que afecta la fotosíntesis de las plantas.

Las cochinillas y escamas suelen ser controladas por sus enemigos naturales, entre los cuales se registra gran cantidad de diminutas avispidas parásitas y algunos insectos depredadores (Cuadros 1 y 2).

Estudios de Corpoica sobre la presencia de parasitoides naturales de insectos homópteros dañinos de los cítricos en Llanos Orientales determinaron la presencia de 33 especies diferentes de parasitoides de plagas de los cítricos, pertenecientes a las familias Aphididae, Aphelinidae, Encyrtidae, Eulophidae, Eupelmidae y Pteromalidae. Los resultados indican que la mayor cantidad de especies parasitoides se presenta en la escama *Saissetia*, con ocho especies, seguida por la escama *Coccus hesperidum* con siete, moscas blancas con seis especies y la escama coma *Lepidosaphes* con tres especies. Todos los parasitoides

registrados están dispersos en las zonas cítricas del departamento del Meta. De las 33 especies identificadas, 24 corresponden a nuevos registros de insectos benéficos para Colombia y tres especies de estas aún no han sido descritas. También se registran tres especies de hyperparasitoides de la familia Signiphoridae asociados a moscas blancas. La presencia de esta biodiversidad de insectos benéficos significa una gran posibilidad de regulación natural de poblaciones dañinas y un excelente potencial de control biológico de plagas de los cítricos en la región (León *et al.* 2001).

Se han registrado varias especies de enemigos naturales de las escamas blandas que comúnmente se presentan en cultivos de cítricos. Entre ellas, son muy importantes varios parasitoides *Metaphycus* y *Microterys* de la familia Encyrtidae, así como *Coccophagus*. Entre los depredadores se destaca el cucarroncito *Azya* sp., porque se presenta con frecuencia en todas las zonas productoras de cítricos en donde se establecen las escamas blandas y realiza un control natural eficiente, pues sus adultos y sus ninfas se alimentan de las ninfas de *Coccus* que se encuentran escondidas bajo el escudo protector.

Sobre la cochinilla negra circular *Saissetia* spp. se han encontrado varias especies de parasitoides que constituyen registros nuevos para Colombia, como las avispa *Microterys elegans* (Encyrtidae), *Coccophagus rusti* (Aphelinidae), *Scutellista caerulea*, *Cephaleta* sp., *Mesopeltita truncatipennis* (Pteromalidae), *Aprostocetus* sp. (Eulophidae) y *Brasema* sp. (Eupelmidae), por lo cual se puede afirmar que esta escama en vez de ser una plaga de importancia económica para los cítricos es un hospedante de una gran variedad de enemigos naturales que contribuyen al control de esta y otras escamas en los cultivos (Cuadro 2). En las colonias de esta cochinilla, es muy frecuente encontrar depredadores de la familia Coccinellidae, como *Azya* sp., larvas de moscas de la familia Syrphidae, como *Baccha* spp., y entomopatógenos como *Cladosporium* sp.

Corpoica referencia avispias parasitoides de escamas que ejercen un buen control natural de estas plagas. Entre la familia Aphelinidae se destacan *Aphytis crhysomphali*, otras especies de los géneros *Aphytis* y *Encarsia* que habitualmente mantienen las poblaciones de homópteros, y en especial de la escama amarilla *Aonidiella* sp., en niveles que no causan daño económico a las plantaciones. Entre los parasitoides de escamas coma merecen destacarse varias especies de la familia Aphelinidae, como *Aphytis*

lepidosaphes, muy frecuente y eficaz controlador biológico de esta plaga. Recientemente en los Llanos Orientales se han registrado varias avispa parasitoides de la escama coma, entre las cuales sobresalen por su frecuencia *Encarsia elongata* (Aphelinidae) y *Signiphora mexicana* (Signiphoridae), que actúa como hiperparasitoide (León *et al.* 2001).

La cochinilla harinosa *Planococcus citri* se asocia frecuentemente con otros insectos dañinos, como los áfidos, las moscas blancas y otras escamas. En cítricos se presentan muy frecuentemente varias especies de insectos que son enemigos naturales de *P. citri* y contribuyen a mantener las poblaciones de esta plaga en equilibrio. Además de pequeñas avispa parasitoides de la familia Encyrtidae que no llegan a medir más de 1 mm, como *Metaphycus* sp., se destacan insectos depredadores como los coccinélidos *Cycloneda* sp., *Azya* sp. y *Cryptolaemus* sp., y el neuróptero *Chrysoperla carnea*.

En cuanto al control natural de *Orthezia*, se han observado dentro de los ovisacos de las hembras de este género pequeñas larvas de una mosca, posiblemente *Gitona* sp. (Diptera: Drosophilidae) actuando como ectoparásito de las hembras y como depredador de huevos de la plaga. Los insectos depredadores que se presentan con mayor frecuencia atacando ninfas y hembras de la plaga son el cucarroncito coccinélido *Hyperaspis*, sp. y la chrisopa *Chrysoperla* sp. Además, en las colonias se observan habitualmente varias especies de chinches depredadores de la familia Miridae, aún sin identificar, que se alimentan de huevos, ninfas y hembras de la plaga (León 2001).

Los piojos blancos tienen una gran cantidad de enemigos naturales. Recientemente se han reportado en los Llanos Orientales parasitoides para el control natural del piojo blanco como *Encarsia lounsburyi* y *Arrhenophagus chionaspidis*, una pequeña avispa de la familia Encyrtidae, que regulan eficientemente las poblaciones de esta plaga.

Existen además varias especies de insectos benéficos depredadores que se alimentan de piojos blancos, siendo los más frecuentes *Diomus* sp., *Pentilia castanea*, *Cryptolaemus* sp., *Scymnus* sp., *Chilocorus* sp., *Lindorus lophantae*, *Olla plagiata* y *Cryptognatha* sp., pequeños cucarroncitos (Coleoptera: Coccinellidae) que en estado adulto o larval se alimentan de ninfas de la plaga.

Moscas blancas

Las especies de moscas blancas que se presentan con mayor incidencia en cítricos son *Aleurocanthus*

woglumi, *Aleurothrixus floccosus* y *Dialeurodes citri*. Estas especies se encuentran en todas las zonas cítricas de Colombia, pero sus poblaciones no suelen tener importancia económica. Solo cuando hay manejos erráticos de otras plagas, por la utilización indiscriminada de insecticidas, las poblaciones de estos insectos se incrementan. Comienzan por presentarse en árboles aislados y poco vigorosos y de allí se diseminan dentro de las plantaciones, formando focos fáciles de detectar. Por ello, se consideran como plagas secundarias u ocasionales.

Existe en la naturaleza gran cantidad de insectos depredadores de moscas blancas, entre las cuales se han observado varias especies de cucarroncitos o mariquitas de la familia Coccinellidae, como *O. plagiata*, *Cryptognata* sp., *Scymnus* sp., *Pentilia castanea*, *Zagreus* sp., *Nephaspis* sp. y *Cryptolaemus* sp., entre otros, que en estado larval o adulto consumen ninfas de la plaga. Además, se encuentran pequeñas moscas depredadoras de la familia Asilidae que pueden capturar al vuelo adultos de la plaga.

Las ninfas son parasitadas por avispidas, como *Amitus hesperidium*, *Cales* sp., *Delphastus* sp., *Eretmocerus* sp., *Prospaltella* sp. y varias especies de *Encarsia*, entre otras. En los Llanos Orientales se han encontrado varias especies de diminutas avispidas parasitoides que constituyen registros nuevos para el país y realizan un importante control natural de moscas blancas, e inclusive son utilizadas en otros países en programas de control biológico. Entre ellas se pueden mencionar *Encarsia citrella*, *E. aleurothrix*, *E. luteola* y *E. basicinta* (Aphelinidae); *Aleuroctonus vittatus* (Eulophidae) y *Amitus spiniferus* (Platygasteridae). También se encuentran frecuentemente hiperparásitos de la familia Signiphoridae, entre ellas *Signiphora aleyrodis*, *S. xanthographa* y *Signiphora* sp. (grupo *flavopalliata*).

Además, los hongos entomopatógenos son muy eficaces en el combate de las poblaciones de mosca blanca, destacándose el control natural de *Aschersonia* spp., excelentes controladores de mosca blanca *Dialeurodes citri* y *Aleurothrixus floccosus*. Otros hongos que afectan las moscas blancas son *Aegerita* sp., *Verticillium* sp. y *Fusarium aleyrodis*, aunque su presencia es menor que la de *Aschersonia* sp.

Minador de los cítricos

El minador de los cítricos, *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera: Gracillariidae), se registra como plaga de importancia económica para los cítri-

cos en varios países del mundo (Argov y Rosssler 1966). En Colombia, se informó de su presencia en marzo de 1995 en la zona cafetera central del país. Su capacidad de diseminación es alta y se ha detectado en departamentos alejados de la zona central; en los Llanos Orientales, se registró su presencia en el año 1995 en varias zonas productoras. Dada la importancia de la plaga, se iniciaron trabajos para determinar su dispersión, las épocas de mayor incidencia, el daño que ocasionan, sus enemigos naturales y su manejo (Castaño 1996, León 1999).

Aun cuando su dispersión es amplia, los daños son representativos únicamente en viveros, plantaciones recién establecidas y huertos con mal manejo agronómico. Los huertos con buen manejo agronómico soportan los daños que generalmente se presentan, puesto que la plaga se encuentra controlada por una amplia gama de enemigos naturales, entre los cuales se registran insectos depredadores y parasitoides (Cuadros 1 y 2).

Los enemigos naturales del minador de los cítricos, principalmente parasitoides de larvas y pupas, han sido reconocidos en los países productores y se destacan como uno de los factores principales que regulan la población de esta plaga (Morakote y Ujiye 1992, Nedle *et al.* 1995). En la región cítrica de Florida, los enemigos naturales causan la mortalidad del 50% de la población del minador. En España se citan once especies de parásitos naturales y registra un 17% de parasitismo efectuado únicamente por *Galeopsomyia fausta*, parásito importado de Nicaragua y Colombia (Llacer *et al.* 1998).

Estudios sobre parasitoides naturales del minador de los cítricos en cuatro zonas productoras de los Llanos Orientales comprobaron la presencia de nueve especies diferentes que parasitan larvas y pupas del minador. Los resultados indican que los parasitoides más frecuentes son *Cirrospilus* spp., *Closterocerus* sp. y *G. fausta*, con promedios mensuales de 20,4%, 15,6% y 5,0%, respectivamente. *G. fausta* es parasitoide de pupas y *Closterocerus* sp. presenta superparasitismo sobre larvas, lo cual representa una elevada posibilidad de regulación natural y un gran potencial de control biológico de la plaga para la citricultura (León 1999). De las especies reportadas, *Closterocerus* sp., *Horismenus* sp. y *Cirrospilus* spp., constituyen nuevos registros para Colombia. Recientemente en la misma zona Corpoica registró *Ageniaspis citrella*, una especie nativa de Asia, que no había sido registrada antes en

Colombia y se destacan más de nueve especies que contribuyen al control natural del minador.

Consideraciones finales

En los cítricos existe una gran diversidad de insectos dañinos y benéficos que, en la mayoría de los casos, se encuentran en equilibrio ambiental. Muchas especies dañinas no llegan a constituirse en plagas de importancia para el cultivo, puesto que se encuentran reguladas por depredadores, parasitoides y entomopatógenos que actúan como enemigos naturales y disminuyen su efecto negativo.

La utilización indiscriminada de insecticidas de amplio espectro conduce al exterminio de los insectos y ácaros benéficos que mantienen reguladas las poblaciones de insectos dañinos. Como consecuencia, se producen resurgimientos poblacionales de plagas primarias y el incremento de especies catalogadas como plagas secundarias.

El buen manejo técnico de las plantaciones y el control químico basado en el conocimiento de la biodiversidad entomológica presente en los huertos cítricos son fundamentales para evitar desequilibrios poblacionales, altas infestaciones de plagas y costos innecesarios de control.

Literatura citada

- ASOCITRICOS-FEDERACAFE. 2000. Seminario nacional sobre ácaros asociados al cultivo de los cítricos (2000, Pereira, CO). 100 p.
- Argov, Y; Rossler, Y. 1996. Introduction, release and recovery of several exotic natural enemies for biological control of the citrus leafminer, *Phyllocnistis citrella* in Israel. *Phytoparasitica* 24(1):33-38.
- Castaño, PO. 1996. El minador de las hojas de los cítricos (*Phyllocnistis citrella*, Stainton). In Foro de sanidad vegetal "Nuevos problemas fitosanitarios en Colombia" (3, 1996, Colombia). Memorias. Colombia, Universidad Nacional de Colombia. p.75-103.
- Clausen, CP. 1972. Entomophagous insects. Nueva York, US, Hafner Publishing Company. 688 p.
- _____. 1978. Biological control of citrus insects. In The citrus industry. Crop protection. Division of Agriculture and Natural Resources. Estados Unidos, University of California. v. 4, p. 276-320.
- Corpoica (Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria). 1997. Citricultura colombiana para los Llanos Orientales. Memorias de curso. Villavicencio, Meta. Diciembre de 1997. *snt*.
- De Bach, P. 1964. Biological control of insect pests and weeds. Nueva York, US, Ed. Reinhold.
- Flint, ML; Dreistadt, SH. 1999. Natural enemies handbook. The illustrated guide to Biological Pest Control. Statewide IPM project. California, US, U.C. Davis Division of Agriculture and Natural Resources. 154 p. (Publication no. 3386).
- Greathead, DJ; Greathead, AH. 1992. Biological control of insect pests by parasitoids and depredators: BIOCAT database. *Biocontrol News Info* 13:61N-68N.
- ICA (Intituto Colombiano Agropecuario). 1976. Lista de depredadores, parásitos y patógenos de insectos registrados en Colombia. 1 ed. Bogotá, CO, ICA. 90 p. (Boletín técnico no. 41).
- Knapp, JL. 1998. Florida citrus pest management guide. Florida, US, University of Florida Cooperative Extension Service. 76 p.
- León, MG. 1999. Parasitoides del minador de los cítricos *Phyllocnistis citrella* (Lepidoptera: Gracillariidae) en el piedemonte del Departamento del Meta. *Revista Colombiana de Entomología* 25(3-4):143-146.
- _____; Evans, GA; Campos, JC. 2001. Parasitoides de plagas Homoptera de los cítricos en el Departamento del Meta. *Revista Colombiana de entomología* 27(3-4):143-146.
- _____. 2001. Insectos de los cítricos. Guía ilustrada de plagas y benéficos con técnicas para el manejo de los insectos dañinos. Corpoica-ASOHOFrucol. 83 p.
- Llacer, E; Urbaneja, A; Jacas J; Garrido A. 1998. Introducción de *Galeopsomyia fausta*, ectoparasitoide de pupas del minador de las hojas de los cítricos. *Revista Internacional de Cítricos Levante Agrícola* 37(343):159-167.
- Llorens, CJM. 1990. Homoptera II. Pulgones de los cítricos y su control biológico. Valencia, ES, Ediciones Pisa. 170 p.
- Matthews, GA. 1984. Pest Management. New York, US, Longman. 221 p.
- Morakote, Y; Ujjiye, T. 1992. Parasitoids of the citrus leafminer, *Phyllocnistis citrella* Stainton in Thailand. *Japanese Journal of Applied Entomology and Zoology* 36(4):253-255.
- Nasca, AJ; Terán, AL; Fernández, V; Pascualini, AJ. 1981. Animales perjudiciales y benéficos a los cítricos en el Noroeste Argentino. Centro de Investigaciones sobre regulaciones de poblaciones de organismos nocivos. Tucumán, AR, CIRPON. 351 p.
- Nedle, C; Smith, D; Beattie, GA; Miles, M. 1995. Importation, host specificity testing, rearing and release of three parasitoids of *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera: Gracillariidae) in eastern of Australia. *Journal of the Australian Entomological Society* 34(4):343-348.
- Noyes, JS. 1998. Catalogue of the chalcidoidea of the world. Amsterdam, NL, ETI. 1 disco compacto.
- Smith, JM; Hoy, MA. 1995. Rearing methods for *Ageniaspis citricola* (Hymenoptera: Encirtidae) and *Cirrospilus quadristriatus* (Hymenoptera: Eulophiidae) release in classical biological control program for the citrus leafminer *Phyllocnistis citrella* (Lepidoptera: Gracillariidae). *Florida Entomologist* 78(4):600-608.

Cómo determinar la repelencia de sustancias aleloquímicas sobre las moscas blancas

Luko Hilje¹

Introducción

Hasta ahora se han descrito unas 1200 especies de moscas blancas (Homoptera: Aleyrodidae), de las cuales destacan dos como plagas agrícolas, ambas cosmopolitas: *Bemisia tabaci* y *Trialeurodes vaporariorum*. En el plano mundial, los problemas realmente serios con la primera de ellas comenzaron hace unos 15 años y la reacción inmediata de los agricultores fue aplicar insecticidas de amplio espectro (piretroides, organofosforados, carbamatos, organoclorados y detergentes), solos o en mezclas. Sin embargo, en general los resultados fueron insatisfactorios, especialmente por la notoria capacidad de dicha plaga para desarrollar resistencia a dichos productos.

Pero, además, en los casos en que *B. tabaci* actúa como vector de virus, la situación se complica más, ya que los daños pueden ser serios aunque la densidad del vector sea muy baja. Por ejemplo, en Costa Rica se ha observado que con apenas 0,3 adultos/planta en promedio (es decir, un adulto por cada tres plantas) es posible que todas las plantas de un campo de tomate resulten infectadas con geminivirus y enfermen. Es decir, aun algunos insecticidas que son eficaces para disminuir las poblaciones de *B. tabaci* difícilmente podrían reducir las por debajo de esta cifra o umbral de daño.

Ante tal situación, sería deseable evitar que *B. tabaci* inocule los virus durante la etapa fenológica en que el cultivo es más susceptible a ellos (período crítico). Por ejemplo, en el caso del tomate, el efecto de varios geminivirus sobre el rendimiento comprende los primeros 50-60 días desde la emergencia de la planta. Por tanto, las medidas de manejo se deberían concentrar en dicho intervalo para retardar la epidemia viral, pues es imposible evitarla. Ello podría lograrse mediante la aplicación de sustancias repelen-

tes o disuasivas, complementada con otras prácticas, deseablemente preventivas, dentro de la noción y prácticas del manejo integrado de plagas (MIP).

Cuestiones conceptuales y prácticas

En general, entre técnicos y agricultores, el concepto de “repelente” se utiliza de manera poco rigurosa. Por tanto, debido a su importancia científica y valor práctico, es fundamental clarificar dos conceptos que a menudo se confunden: *repelente* y *disuasivo*.

En la naturaleza hay muchos tipos de sustancias, algunas de las cuales son “portadoras de un mensaje”, por lo que se les llama *semioquímicas* o *infoquímicas*. Cuando la comunicación ocurre entre especies diferentes, incluyendo insectos y plantas, se les llama *sustancias aleloquímicas*. Así, un *repelente* es una sustancia que provoca reacciones de alejamiento en el insecto antes de que llegue a una planta. Por su parte, un *disuasivo* inhibe algún tipo de actividad (alimentación u deposición de huevos) una vez que el insecto ha sido atraído. En términos prácticos, en el primer caso no habría posibilidad alguna de inocular los virus, mientras que en el segundo caso sí podría haberla, sobre todo dependiendo del tiempo de permanencia del vector sobre la planta.

Normalmente, en un insecto los receptores de olores (de sustancias repelentes) están en las antenas, mientras que los de sabores (de sustancias disuasivas) aparecen en el aparato bucal. En el caso de *B. tabaci*, en la punta del labio posee pelos o setas sensoriales diminutas, que posiblemente actúan como receptores químicos (quimiorreceptores). Esto indica que pueden responder a sabores u olores, por lo que podrían ser repelidos o disuadidos por algunas sustancias.

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

Sin embargo, cabe indicar que experimentalmente es difícil distinguir un repelente de una sustancia disuasiva de la alimentación (fagodisuasiva). En primer lugar, las relaciones planta-insecto son mucho más complejas pues, además de sustancias repelentes y disuasivas, existen supresivos y anorexigénicos. Los supresivos inhiben el inicio de la alimentación o la oviposición, los disuasivos impiden la continuación de dichos procesos, y los anorexigénicos causan la pérdida del apetito. Es decir, la distinción entre estos tres últimos fenómenos es sumamente fina, casi imposible de discernir, a menos que se cuente con equipo muy sensible y sofisticado.

¿Cómo buscar sustancias repelentes?

Pudiera ser que *B. tabaci*, al igual que otros insectos, reaccione tanto ante sustancias sintéticas como naturales. No obstante, hoy que existe tanto interés en la preservación y aprovechamiento económico de la biodiversidad tropical, y puesto que los bosques tropicales albergan numerosos organismos potencialmente útiles en los campos farmacéutico, agrícola, etc., es pertinente explorar y utilizar principios activos vegetales contra las plagas. Entre la gran diversidad de compuestos defensivos (metabolitos secundarios) que las plantas poseen, hay alcaloides, esteroides, fenoles, flavonoides, glicósidos, glucosinolatos, quinonas, taninos y terpenoides.

Un punto de partida para la búsqueda de sustancias repelentes o disuasivas son las referencias etnobotánicas, algunas de las cuales se han recopilado en libros formales. No obstante, esta información no siempre es verídica, pues está basada en anécdotas de agricultores y no en experimentos rigurosos. Se podría decir que no hay agricultor que no tenga un consejo sobre alguna planta con efecto repelente sobre cierta plaga, incluyendo las moscas blancas (lo cual se ha demostrado experimentalmente que es infundado).

Otra opción, que se ha aplicado con bastante éxito en *B. tabaci*, es buscar plantas con poca o nula afinidad taxonómica con los hospedantes más frecuentes de dicha plaga. En este caso, se parte de la premisa de que la ausencia de representantes de ciertas familias (por ejemplo, Alliaceae, Simaroubaceae, Winteraceae, etc.) es indicativo de que en dichas familias hay sustancias adversas (repelentes, disuasivas o insecticidas) para *B. tabaci*. Sin embargo, esto no significa que en especies emparentadas con aquellos hospedantes (por ejemplo, Asteraceae, Cucurbitaceae, Fabaceae, etc.) no pudiera hallarse esos tipos de sustancias.

Hasta hoy, y tras casi un decenio de investigación,

en el CATIE se han evaluado unos 25 extractos provenientes de varias especies y estructuras vegetales, algunos de ellos con efectos claramente disuasivos. Se trata de extractos crudos hidroalcohólicos preparados según los protocolos de extracción empleados en el laboratorio del Centro de Investigaciones en Productos Naturales (CIPRONA), de la Universidad de Costa Rica.

Para preparar los extractos crudos de esas plantas, las muestras del material vegetal pertinente se secan en un horno de convección a 40 °C. Se muelen y luego se maceran en metanol al 70% por 24 h, a temperatura ambiente. Las disoluciones obtenidas se filtran en papel Whatman N° 4 y el residuo sólido se extrae de nuevo con metanol al 80% para aumentar el rendimiento del proceso. Los productos de las dos extracciones se mezclan y luego se concentran al vacío en un baño de agua a 40 °C, utilizando un rotavapor. Posteriormente, el extracto se pasa por un liofilizador para eliminar el agua remanente de los residuos.

Pero, además, en cuanto a posibles repelentes en el sentido estricto, se han evaluado unas 20 sustancias puras de origen vegetal (alcoholes, aldehídos y otras), formuladas en los laboratorios de la empresa ChemTica Internacional, en Santo Domingo de Heredia, Costa Rica.

Algunos problemas metodológicos

La literatura formal sobre el tema aquí discutido es bastante escasa. Con algunas excepciones recientes, la información disponible aparece compilada en Veierov (1996), pero hay problemas evidentes, como se discute a continuación:

- a. Aun en artículos de revistas científicas reputadas, se ha señalado (pero no documentado rigurosamente) que varias sustancias repelen a *B. tabaci*, tales como algunos aceites minerales (JMS Stylet-Oil y Sunspray), aceites vegetales, extractos acuosos de semilla del árbol de nim (*Azadirachta indica*) e insecticidas sintéticos (clordimeformo, endosulfán y bifentrina). Sin embargo, un examen detallado de dicha información revela que, tanto por la naturaleza química de las posibles sustancias involucradas como por el tipo de respuesta del insecto, más bien pareciera tratarse de disuasión.
- b. La información disponible sobre la eficacia de dichas sustancias es incierta, pues generalmente se han evaluado de manera individual, lo cual impide hacer comparaciones entre ellas. Asimismo, se percibe que mucha de ésta es contradictoria o fragmentaria, lo cual obedece en parte a la carencia de protocolos de

investigación uniformes, que permitan la comparación entre los resultados de diferentes autores.

- c. Las metodologías utilizadas varían entre los autores y, en algunos casos, parecieran no medir la repelencia en el sentido estricto, sino más bien el efecto insecticida de las sustancias evaluadas. Esto es muy evidente en experimentos realizados en invernaderos, en los cuales la menor cantidad de adultos posados en las plantas tratadas con cierta sustancia podría ser una expresión de toxicidad y no necesariamente de repelencia o disuasión.

Determinación de repelencia y disuasión

Lo indicado previamente justifica el esfuerzo por estandarizar las metodologías pertinentes para obtener datos confiables y comparables y ojalá poder tamizar sustancias de manera rápida y eficiente. A continuación se describe la experiencia acumulada por el CATIE:

Fuente de moscas blancas

Los adultos por utilizar deben provenir de la misma fuente u hospedante (normalmente se utiliza una mezcla de plantas de tomate y berenjena) e, idealmente, deben estar recién emergidos, por lo que se recomienda mantener colonias permanentes de *B. tabaci*. Para los experimentos, aunque sería deseable determinar su edad y sexo y liberarlos en las cajas de manga en una proporción de sexos equivalente, eso implicaría manipularlos, con un gran riesgo de lastimarlos, debido a su pequeño tamaño y fragilidad. Por tanto, para subsanar problemas de sesgos en tal sentido, se recomienda colocar un alto número de los insectos (al menos 50 para cada repetición) para aumentar la probabilidad de lograr una proporción de sexos cercana a 1:1 y tener una amplia representación de edades.

Para los experimentos, los adultos se toman de la colonia con un aspirador. Se recomienda perturbarlos previamente, para que saquen su estilete del follaje y no resulten lastimados. Esto debe hacerse temprano por la mañana, preferiblemente antes de las 9 h. Una vez liberados los adultos en las cajas de manga, se debe revisar el frasco recolector del aspirador para, en caso de adultos muertos, reemplazarlos para compensar la mortalidad debida a la manipulación.

Aspersión de las sustancias

Las plantas de cada tratamiento se asperjan con cada sustancia por evaluar, en forma separada, fuera del invernadero. Para la aspersión, se colocan sobre una mesa y se rocían por el envés y el haz del follaje,

mediante un atomizador DeVilbiss 15, de punta ajustable (The DeVilbiss, Somerset, PA, EUA), conectado a una bomba de vacío (Fig. 1), con una presión constante de 10 kg/cm². Una cantidad de 30 mL del preparado (caldo) de cada dosis del extracto es suficiente para atomizar las cuatro plantas de tomate correspondientes a las repeticiones. Puesto que siempre se utiliza un aceite mineral (disuasivo) como testigo, debe adicionarse un emulsificante (Citowett, Nu-Film, etc.) para homogeneizar su distribución en el agua y también mejorar su adherencia al follaje.



Figura 1. Atomizador DeVilbiss 15 conectado a una bomba de vacío (Foto: Guillermo Flores).

Plantas y cajas de manga

Las plantas de tomate para los experimentos deben ser pequeñas, de 15-20 cm y 22-30 días de edad. Deben producirse aisladas de los adultos de *B. tabaci* y con un buen manejo (riego, fertilización y fitosanidad) para garantizar su calidad. Una vez asperjadas, se introducen en cajas 30 min después de la aplicación de cada extracto. Se recomienda emplear cajas con manga de 30 x 30 x 45 cm, las cuales tienen paredes de madera, malla fina y vidrio. En cada caja se colocan dos macetas (Fig. 2).



Figura 2. Caja con manga para los experimentos de escogencia restringida (Foto: Guillermo Flores).

Aspectos experimentales

Cuando iniciamos trabajos sobre el tema (p. ej., Gómez *et al.* 1997), cometimos un importante error, el cual consistió en que dentro de cada caja con manga se colocaban dos macetas, pero ambas asperjadas con el mismo extracto, para que los adultos tuvieran más área foliar para posarse.

Aunque esto permitió detectar claramente los efectos biológicos sobre los adultos, no fue posible discernir entre disuasión y toxicidad. Además, es muy probable que ante un extracto de gran poder disuasivo muchos adultos evitaran posarse en cualquiera de las dos plantas tratadas con éste y, al volar excesivamente dentro de la caja y no poder alimentarse, murieran por factores como el estrés térmico, el agotamiento de las reservas de energía o la deshidratación.

Este error fue debidamente subsanado al variar el dispositivo experimental, colocando dos macetas por caja, una asperjada con la dosis del extracto respectivo y la otra con agua destilada (testigo) (Fig. 2) (p. ej., Aguiar *et al.* 2003). Así, en estos experimentos de escogencia restringida, los adultos de *B. tabaci* tienen la opción de elegir entre ambas plantas. La fago-disuasión se expresa como la reticencia de los adultos a permanecer en la planta tratada con cierto extracto, una vez que se han posado en ella y, presumiblemente, haber entrado en contacto con las sustancias disuasivas presentes en el extracto, por lo que se acumulan en la planta sin tratar, de manera progresiva.

Cabe indicar que el tipo de diseño experimental empleado permite hacer comparaciones solamente entre la planta tratada y la no tratada, pero no en cuanto a la eficacia relativa de la dosis de cada extracto. En este caso, normalmente se comparan cuatro dosis entre sí, así como con cuatro tratamientos

testigo: agua destilada, el emulsificante, endosulfán (testigo químico) y un aceite mineral. Sin embargo, sí permite discernir entre disuasión y toxicidad, cuando se contabiliza el número total de adultos muertos en cada caja al final del experimento. Si las diferencias entre el número de adultos entre la planta tratada y la no tratada son significativas en términos estadísticos, pero la mortalidad es baja, eso es evidencia de que los adultos, estando vivos, evitaron la planta tratada. Esto se ilustra aquí con el caso del extracto crudo del follaje de madero negro (*Gliricidia sepium*, Fabaceae) (Fig. 3), que es un árbol común en algunas plantaciones agroforestales y en cercas vivas.

Una vez detectado el efecto disuasivo, es posible seleccionar las dosis más eficaces de los extractos más promisorios y evaluarlas mediante experimentos de escogencia irrestricta. Esto se hace en mesas de invernadero (Fig. 4), en macetas descubiertas, para exponer las plantas tratadas a la colonia de *B. tabaci* allí presente, de modo que los adultos que vuelan libremente elijan dónde posarse.



Figura 4. Plantas de tomate expuestas a los adultos de *Bemisia tabaci* en experimentos de escogencia irrestricta (Foto: Guillermo Flores).

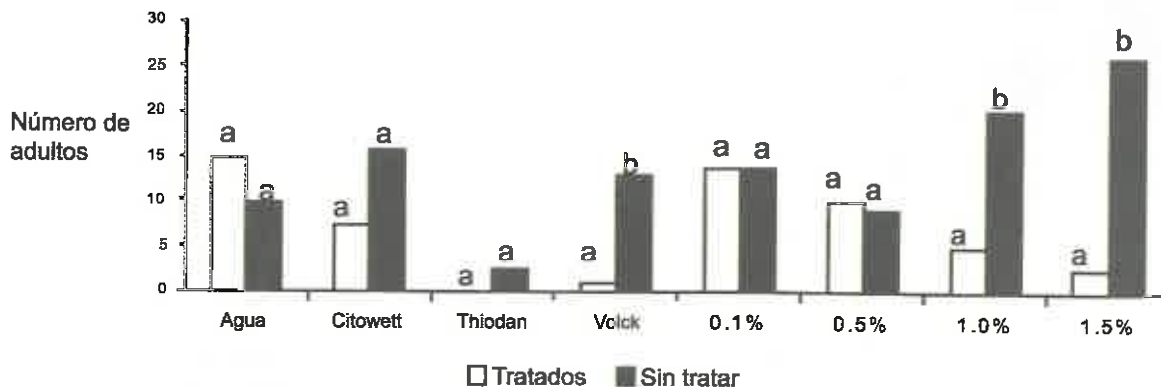


Figura 3. Número promedio de adultos de *Bemisia tabaci* 48 h después de que el extracto de madero negro fuera aplicado a plantas de tomate, en un experimento de escogencia restringida. Los promedios seguidos por la misma letra en cada par de barras no difieren estadísticamente ($P=0,05$).

Para ambos tipos de experimento es recomendable utilizar un diseño irrestricto al azar, debido a la homogeneidad de las condiciones en el invernadero. La unidad experimental está representada por la maceta con cada planta de tomate que recibió el tratamiento respectivo. Sin embargo, para la mortalidad, la unidad experimental está representada por la caja de manga. En ambos casos el número de adultos (y de huevos, que también se contabilizan, pues podrían ser un indicio de ovidisuasión) se someten a un análisis de varianza, y las medias de cada tratamiento se comparan mediante alguna de las pruebas pertinentes, como la de Duncan.

Literatura recomendada

- Aguiar, A; Kass, DC; Mora, GA; Hilje, L. 2003. Fagodisuasión de tres extractos vegetales sobre los adultos de *Bemisia tabaci*. Manejo Integrado de Plagas y Agroecología 68:62-70.
- Cubillo, D; Hilje, L. 1996. Repelentes. In L. Hilje. ed. Metodologías para el estudio y manejo de moscas blancas y geminivirus. Turrialba, CR, CATIE. p. 77-83. (Serie Materiales de Enseñanza no. 37).
- Gómez, P; Cubillo, D; Mora, GA; Hilje, L. 1997. Evaluación de posibles repelentes de *Bemisia tabaci*: II. Extractos vegetales. Manejo Integrado de Plagas 46:17-25.
- Veierov, D. 1996. Physically and behaviorally active formulations for control of *Bemisia*. In Gerling, D; Mayer, RT. eds. *Bemisia* 1995: Taxonomy, biology, damage control and management. Andover, UK, Hants. p. 557-576.



Plagas Forestales Neotropicales

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

No. 16

Marzo, 2005

Nota editorial

Con esta edición completamos nuestro cuarto año de actividades y, en esta ocasión, el contenido del boletín ilustra claramente dos aspectos: la continua aparición de problemas fitosanitarios (algunos de ellos causados por especies ni siquiera descritas) y la necesidad de compartir información relativa a la fitosanidad forestal, concretada en una edición más del ya consolidado Simposio de Parasitología Forestal. Valga entonces la oportunidad para remarcar —aprovechando la gentil invitación de los colegas mexicanos— la pertinencia de convertir dicho encuentro en el núcleo para empezar a perfilar lo que debe ser un simposio de cobertura latinoamericana, en el que se expresen las necesidades y demandas de los productores y técnicos forestales de nuestro continente.

Mal de hilachas en surá

Thanatephorus cucumeris es el estado perfecto del hongo *Rhizoctonia solani*. Causa una enfermedad común en cultivos como frijol y café, llamada “mal de hilachas”. En marzo del 2004 se detectó un ataque de esta enfermedad en una plantación de surá (*Terminalia oblonga*) de tres años y 14 ha en la provincia de Limón, Costa Rica.

T. cucumeris afecta grupos de hojas en las partes terminales de las ramas. Estos grupos de hojas se encuentran adheridos entre sí por finos “cordones” de color pardo oscuro, correspondientes a micelios endurecidos del patógeno; es por la presencia de estos micelios que la enfermedad se conoce como “mal de hilachas”. Cuando los micelios entran en contacto con la lámina foliar, se produce la infección y la lámina se torna clorótica hasta

que se seca totalmente. Generalmente, las hojas muertas no caen, porque permanecen adheridas a los micelios.

Más información en: Arguedas, M. 2004. “Mal de hilachas” (*Thanatephorus cucumeris* (Frank) Donk) en *Terminalia oblonga* (Ruiz & Pav.) Steud. en Costa Rica (en línea). Kurú: Revista Forestal 1(3). Disponible en <http://www.itcr.ac.cr/revistakuru>



Hojas de surá envueltas en “cordones” micelio de *T. cucumeris*

Escarabajo ambrosial: una nueva especie

Se ha observado un escarabajo ambrosial que ataca el botarrama o chanco colorado (*Vochysia ferruginea*). Está por ser descrito por el especialista Dr. Lawrence R. Kirkendall (Universidad de Bergen, Noruega), por tratarse de una nueva especie, denominada *Xyleborus vochysiae* (Curculionidae: Scolytinae) de manera tentativa.

Se realizó una evaluación de los daños causados en cuatro bloques de plantaciones experimentales de *V. ferruginea* en la Estación Biológica La Selva, Costa Rica. Los daños son galerías en forma de túneles de 3 mm de diámetro, las cuales

profundizan aproximadamente hasta 2 cm en forma perpendicular a la superficie de la corteza y posteriormente doblan sobre un radio de crecimiento sin alcanzar el duramen. Del total de 141 árboles supervivientes, el 73% estaba atacado por la plaga. Para 12 árboles evaluados, había 10-200 perforaciones en el fuste comercial y una tendencia a concentrarse a 3 m de altura.

Más información en: Arguedas, M; Sevilla, C; Chaverri, P. 2005. Daños causados por un escarabajo ambrosial (Curculionidae, Scolytinae, *Xyleborus*) en *Vochysia ferruginea* Mart. (Vochysiaceae) (en línea). Kurú: Revista Forestal 2(4). Disponible en <http://www.itcr.ac.cr/revistakuru>



Daños producidos por *X. 'vochysiae'* en botarrama: a. perforación con secreciones de savia, y b. patrón predominante de forma de las galerías.

Hallazgos

Plagas de la melina. En las bases de datos del Laboratorio de Protección Forestal del Instituto Tecnológico de Costa Rica, se informa que en Costa Rica hasta el 2004 se reportan 36 agentes causales que producen daños en melina, de los cuales 16 especies son insectos (44%), 12 patógenos (33%) y 8 vertebrados (22%). El 33% de los daños se reportan en el fuste (corteza y xilema) y el 33% en el follaje. Los problemas de mayor impacto en el follaje son producidos por los defoliadores *Atta* spp. (Formicidae: Hymenoptera), *Automeris* sp. y *Eacles imperialis decoris* (Saturniidae: Lepidoptera), así como el hongo *Pseudocercospora rangita*. En ramas y fuste se describen los daños producidos por *Aepytus* sp. (Hepialidae: Lepidoptera), los isópteros *Nasutitermes corniger* (Termitidae) y *Coptotermes testaceus* (Rhinotermitidae) y por *Nectria* sp.

Más información en: Arguedas, M. 2004. Problemas fitosanitarios de la melina (*Gmelina arborea* (Roxb)) en

Costa Rica (en línea). Kurú: Revista Forestal 1(2). Disponible en <http://www.itcr.ac.cr/revistakuru>

Entomopatógenos en termitas. Se realizó un estudio in vitro para determinar la eficacia del control de *Nasutitermes corniger* utilizando el hongo entomopatógeno *Metarhizium* sp. Se estableció una prueba exploratoria, en la cual se inocularon individuos de esta especie con una muestra purificada del hongo *Metarhizium* sp. Con los individuos infectados se realizaron aislamientos para obtener colonias potencializadas del hongo. Posteriormente se estableció un ensayo, donde se inocularon los insectos para cuantificar el porcentaje de mortalidad, que fue de 100% siete días después de establecido el ensayo; sin embargo, solo el 76,9% de los individuos presentaba evidencia de desarrollo micelial sobre el cuerpo. Catorce días después de establecido el ensayo, se determinó que el porcentaje de individuos con micelio visible alcanzó el 89%. Para el 11% de los individuos

restantes no fue posible determinar la causa de muerte. El análisis estadístico realizado determinó que existe una alta diferencia significativa entre el testigo y el tratamiento con el hongo entomopatógeno.

Más información en: Salas, B. 2005. Posibilidades de control de *Nasutitermes corniger* utilizando el hongo entomopatógeno *Metarhizium* sp. (en línea). Kurú: Revista Forestal 2(4). Disponible en <http://www.itcr.ac.cr/revistakuru>



Soldado de *N. corniger* cubierto con micelio y esporas de *Metarhizium* sp.



Acceso

MEDIDAS SANITARIAS Y FITOSANITARIAS



11547 - Comercio y Fitosanitarios Importados desde los Países de las Américas • Boletín Informativo No. 18 • Junio 2004

Países fijan sus prioridades en Comité MSF

Durante su última reunión aprobaron dos informes que ayudarán a definir la agenda de trabajo para el futuro.



Los países asistentes a la reunión del Comité de Medidas Sanitarias y Fitosanitarias de la Organización Mundial del Comercio (OMC), en Ginebra, aprobaron dos informes trascendentales que ayudarán a definir su futura agenda: trato especial y diferenciado (TED) y el examen sobre el funcionamiento del Acuerdo de MSF.

El informe sobre trato especial y diferenciado establece cinco áreas de trabajo que ayudarán a implementar las disposiciones sobre TED. Para lograrlo el Comité deberá trabajar en el futuro en el desarrollo de mecanismos que favorezcan a los países en vías de desarrollo, tales como:

- Prescripciones sanitarias y fitosanitarias de importancia prioritaria al comercio
- Impacto de las MSF
- Preocupaciones comerciales específicas
- Demanda y oferta de asistencia técnica
- Fondo Fiduciario Global de la OMC

En tanto, el informe sobre el examen del acuerdo presenta un análisis detallado de la labor desempeñada por el Comité durante los últimos años e identifica quince temas de interés para los países. En octubre estos temas serán abordados por el Comité en su próxima reunión; previamente los países habrán remitido a la Secretaría los tópicos considerados como prioritarios.

El Comité priorizará los diversos temas y definirá un orden cronológico para abordar el trabajo, y así definir los mecanismos que faciliten su implementación. Algunos de esos temas son: buenas prácticas normativas, demoras indebidas, preocupaciones comerciales específicas, regionalización, transparencia y TED, entre otros.

Los informes aprobados responden a los mandatos de la Cuarta Conferencia Ministerial de la OMC en Doha, dirigidos a realizar un segundo examen del funcionamiento y aplicación del Acuerdo, y a examinar las disposiciones sobre trato especial y diferenciado. Estos documentos deben ser aprobados por el Consejo General para que constituyan una base para la agenda futura de trabajo del Comité MSF.

La XXXIII reunión del Comité MSF de la OMC se realizó el 29 al 30 de junio en la OMC, con la presencia de 33 países de las Américas. Ahí también se discutieron temas de regionalización o áreas libres y los casos comerciales entre los miembros.

Uno de los casos discutidos fue presentado por San Vicente y las Granadinas contra las Comunidades Europeas por las normas privadas de EurepGAP. Esta coyuntura permitió a los miembros del Comité analizar el posible vínculo entre las normas MSF que se generan en el marco privado, y la potestad o responsabilidad que tienen los miembros de velar para que estas normas sean compatibles con el Acuerdo MSF.

En el marco de esta reunión se presentaron nueve informes de países sobre resultados o actividades particulares: Paraguay, Argentina y Perú se refirieron a los logros obtenidos en

el control y erradicación de la fiebre aftosa. Mientras que Estados Unidos y Canadá lo hicieron sobre la EEB. Las comunidades europeas hicieron referencia a la nueva legislación en materia de higiene y controles en alimentos y piensos; Nicaragua rindió un informe sobre su programa de erradicación de la peste porcina clásica, brucelosis y la tuberculosis; Argentina sobre fiebre porcina clásica; y Estados Unidos presentó la resolución del Consejo especial sobre el caso del manzano entre EE.UU. y Japón.

El caso del manzano entre EEUU y el Japón

Las restricciones de cuarentena aplicadas por el Japón prohibían las importaciones de manzanas de huertos en los que se hubiera detectado la niebla del peral y del manzano de Estados Unidos. Dada esta situación, en marzo del 2002, EE.UU. presentó un caso contra este país basado en el artículo XI del GATT y del Acuerdo MSF.

El Órgano de Solución de Diferencias (OSD) constató que la medida fitosanitaria del Japón era incompatible con las obligaciones del Acuerdo MSF, por lo tanto en diciembre del 2003 recomendó que Japón pusiera su medida en conformidad con el Acuerdo MSF.

En enero de 2004, Estados Unidos y Japón concertaron un acuerdo, según el cual el plazo prudencial del que dispondría Japón para aplicar las recomendaciones y resoluciones del OSD expiraría el 30 de junio de 2004. En una reunión del OSD, un mes después, Estados Unidos solicitó el establecimiento de un grupo especial, que este año presentó en su informe las siguientes conclusiones.

- Japón infringe el párrafo 2 del artículo 2 del Acuerdo MSF, de que no se mantengan medidas fitosanitarias "sin testimonios científicos suficientes, a reserva de lo dispuesto en el párrafo 7 del artículo 5".
- Japón mantiene una medida fitosanitaria que no se basa en una evaluación, adecuada a las circunstancias, de los riesgos existentes para la preservación de los vegetales, contrariamente a lo dispuesto en el párrafo 1 del artículo 5 del Acuerdo MSF;
- Japón infringe el párrafo 6 del artículo 5 del Acuerdo MSF, por cuanto la medida en litigio entraña un grado de restricción del comercio mayor del requerido para lograr el nivel adecuado de protección fitosanitaria japonesa, teniendo en cuenta su viabilidad técnica y económica.

Por lo tanto, el Comité especial recomendó que el OSD solicite a Japón poner la medida fitosanitaria impugnada en conformidad con las obligaciones contraídas en virtud del Acuerdo MSF.

Asuntos abordados en relación con el comercio

Los temas comerciales que abajo se resumen fueron abordados durante la trigésimo primera reunión del Comité de la OMC sobre MSF

Preocupaciones del comercio en relación con temas zoonosarios

- 1** **EUA/México. EUA acompañada por Canadá. Restricciones de México a las exportaciones avícolas.** EUA indicó que se imponen restricciones considerables a todo un Estado debido a una baja incidencia de influenza aviar (AI). Recalcó que la OIE no recomienda restricciones al comercio por variedades fuera de la H2 y la H7 y alentó a México a modificar sus restricciones. Canadá expresó que México no regionalizó cuando se dio una AI altamente patógena en la Columbia Británica a pesar de haberse dado información científica.

México manifestó que necesitaba detalles más concretos que no se le habían dado aún. No sabía que Canadá iba a presentar sus preocupaciones en esta reunión. México indicó que su nueva norma alude a subtipos tanto de alta como de baja patogenicidad, muchos de los cuales no existen en México. Permite la importación de aves de Estados que no están afectados por la influenza aviar. **Caso nuevo.**
- 2** **EEB/Taipei China. EUA acompañada por las CE. Restricciones relacionadas con la EEB impuestas por el Taipei Chino a las importaciones de productos de animales no rumiantes.** EUA expresó que ha emprendido un extenso diálogo técnico y ofrecido explicaciones científicas, pero que no obstante no se ha levantado la prohibición en relación con los productos de animales no rumiantes y se han rechazado propuestas. Esperaba que este asunto pudiera tramitarse de manera expedita.

El Taipei Chino manifestó que sus regulaciones no sobrepasan los estándares internacionales pero sigue preocupado por la posibilidad de contaminación cruzada; el sistema de EUA requiere de una inspección cuidadosa para garantizar que no se entremezclen los productos. **Caso nuevo.**
- 3** **China/Japón. Suspensión del Japón a la importación de paja y piensos para alimento procesados mediante tratamiento térmico.** China dijo que el brote de fiebre aftosa (FA) en ciertas provincias dio lugar a restricciones innecesarias de zonas libres de FA, lo cual viola la regionalización. Además los productos facturados son sometidos a tratamiento de calor, lo cual es suficiente para matar el virus de la FA. Considera la prohibición como carente de pruebas científicas y pide al Japón cumplir con las obligaciones de las MSF.

Japón manifestó que la suspensión de importaciones era una reacción contra repetidas violaciones, incluida la importación de materiales no permitidos como heces e insectos. Algún que otro producto llegaba con certificación de haber sido tratado con calor cuando no lo había sido. Solicitó a China proporcionar información exacta y verificable. **Caso nuevo.**
- 4** **India/CE. Clasificación de la India según evaluación del riesgo geográfico de la EEB por parte de las CE.** India externó su preocupación por la evaluación del riesgo geográfico (GBR) que hicieron de su país las CE. El resultado debería actualizarse y considerar que nunca se ha diagnosticado EEB y que la alimentación con materiales provenientes de rumiantes no es permitida. Potencialmente, los resultados de la GBR perturbarían el comercio no solo con las CE sino también con otros países.

Las CE expresaron que la GBR fue aplicada conforme a medidas científicas estrictas y en ausencia de un sistema de clasificación internacionalmente reconocido. El código recientemente revisado en la OIE debería permitir a las CE abandonar su propia clasificación. No alienta a terceros países a usar la clasificación GBR y espera que la OIE desarrolle su propia clasificación de países. **Caso nuevo.**
- 5** **Costa Rica/Panamá. Costa Rica conjuntamente con Argentina, Colombia, Canadá, las CE y EUA. Régimen de inspección de Panamá para establecimientos de procesamiento de leche y carne.** Costa Rica expresó preocupación en cuanto a normas que se han establecido sin notificación. Hay nuevas reglas que hacen necesaria la doble inspección de plantas procesadoras por parte de los ministerios de salud y de agricultura. Se pronunció a favor de la adopción de procedimientos menos restrictivos del comercio, que reduzcan los obstáculos burocráticos y faciliten el intercambio. Otros países expresaron preocupaciones similares en cuanto a carne, productos lácteos y procedimientos de otorgamiento de licencias.

Panamá señaló que es la primera vez que se plantea este tema y que las preocupaciones serán transmitidas a la capital. Su sistema de normas sigue los principios fundamentales del convenio de MSF y de organizaciones de referencia y se aplica a las exportaciones así como en el ámbito doméstico. Pronto se dará a Costa Rica una evaluación de riesgo para llegar a un consenso y a un acuerdo equilibrado. **Caso Nuevo.**
- 6** **CE/Brasil. Falta de reconocimiento por parte del Brasil de la regionalización y la condición de libre de riesgo en el caso de la fiebre porcina clásica (FPC).** Las CE señalaron que geográficamente Francia estaba 99,5% libre de FPC. El virus no está en poblaciones de cerdos domésticos y se encuentra solo en algunas poblaciones de jabalíes. Sin embargo Brasil clasifica a la totalidad de Francia como infectada con la FPC. Pidió al Brasil respetar la aplicación de la regionalización y permitir las importaciones.

Brasil manifestó que las acciones están basadas en su evaluación científica de riesgo. La regionalización toma en cuenta la difusión potencial de la enfermedad y el tamaño de la zona propuesta como libre de riesgo. En este caso se encontró FPC en animales salvajes, lo que hace más difícil establecer zonas libres de la enfermedad. **Caso Nuevo.**
- 7** **CE/Argentina. Restricciones relacionadas con la EEB a la importación de semen y de embriones bovinos por parte de Argentina.** Las CE manifestaron que les ha sido imposible exportar semen y embriones bovinos a la Argentina por muchos años, puesto que hay estados de las EC que continúan enfrentándose a las restricciones a las importaciones por causa de la EEB. Pidieron a Argentina ajustarse a los estándares de la OIE, adoptar procedimientos basados en la ciencia y acelerar las gestiones administrativas.

Argentina manifestó que comprende adecuadamente las directrices de la OIE y que está actualmente ajustando su legislación con el fin de solucionar estos asuntos a la mayor brevedad posible. Se han logrado avances sustanciales ya con diversos estados y esto será un proceso continuo.
- 8** **EUA/Japón. EUA conjuntamente con las CE. Restricciones del Japón a importaciones de carne de res de EUA.** EUA expresó de nuevo sus preocupaciones sobre las restricciones a la carne de res de EUA. Se han hecho esfuerzos para ofrecer información científica y se aplican medidas para proteger la salud. Ve con beneplácito los avances logrados, pero espera que se pueda ir hacia delante sin las continuas demoras.

Japón expresó que se están adoptando medidas en el país. Se ha concluido una evaluación de riesgo y se está discutiendo el tema con todo el rigor del caso. También expresó esperanzas de una expedita eliminación de las restricciones que se aplican a la carne de res del Japón para EUA.
- 9** **CE/Australia. Las CE conjuntamente con Canadá y EUA. Restricciones de Australia a las importaciones de carne y subproductos de cerdo de las CE.** Las CE indicaron que las medidas tomadas contra estados que reportaban síndrome multisistémico postdestete desgastante no eran de base científica e instó a que se usara la ciencia como fundamento del comercio. El reciente fallo de los tribunales australianos plantea una duda acerca de las futuras exportaciones y licencias para la exportación. Otros países expresaron su agradecimiento por la transparencia y rectitud del gobierno, pero la situación ha creado una incertidumbre considerable.

Australia manifestó que la decisión del gobierno de permitir el comercio fue objeto de oposición legal en países en que existe la enfermedad. El asunto se está ventilando actualmente en los tribunales en donde se está apelando y a la fecha solo una licencia de importación se ha revocado, aunque mientras no se resuelva el asunto no es posible renovar licencias o emitir licencias nuevas. Abriga la esperanza de una pronta solución.

1. Este resumen no fue preparado por la Secretaría del CMSF de la OMC y por lo tanto no es un documento oficial.

10 Argentina/Panamá. Restricciones de Panamá a los productos lácteos. Argentina dijo que las restricciones impuestas no son consecuentes con el convenio de MSF. Una visita esperada, por parte de autoridades panameñas, no fue hecha. Se han enviado solicitudes adicionales de información, pero hay obstáculos que continúan impidiendo el comercio.

Panamá observó la condición de Argentina en material de FA y su importancia en su proceso de toma de decisiones. Expresó que pronto se habrá completado un expediente pero que todavía necesita unos pocos elementos adicionales antes de que se pueda realizar una visita de inspección. Continuarán las conversaciones y espera que se pueda llegar a una solución satisfactoria.

11 Argentina/Indonesia. Argentina conjuntamente con Brasil. Restricciones de Indonesia por lo que respecta a la FA. Argentina expresó que el tema había sido abordado en diversas ocasiones pero que las acciones no están aun en línea con varios artículos sobre MSF. Pidió a Indonesia que modificara su legislación de manera que fuera consecuente con estándares internacionales y que pueda producirse el intercambio comercial.

Indonesia indicó que no ha recibido aún instrucciones de la capital. Toma nota de lo que Argentina ha expresado y lo transmitirá a la capital. Se cancelaron las iniciativas de reunirse bilateralmente debido a lo muy nutrido de los programas pero continúa comprometida a solucionar este asunto.

12 CE. Las CE informarán sobre el levantamiento de restricciones a las importaciones por EEB a las exportaciones de las CE de bovinos y productos bovinos por parte de algunos miembros de la OMC. Las CE expresaron su satisfacción con países que han eliminado sus restricciones a las importaciones, incluidos algunos que no son miembros de la OMC. Invitó a países que no lo han hecho a levantar sus prohibiciones y seguir los estándares de la OIE. **Caso resuelto satisfactoriamente.**

Preocupaciones del comercio en relación con temas de protección fitosanitaria

13 Nueva Zelanda/Australia. Nueva Zelanda (NZ) acompañada por la CE, EUA y Chile. Restricciones de Australia a las importaciones de manzanas de NZ. NZ afirmó su sólida tradición de intercambio comercial con Australia, pero señaló que la prohibición respecto de las manzanas se ha mantenido durante más de 84 años. El riesgo de que las manzanas maduras sean un vector para la transmisión de la enfermedad de fuego bacteriano (*Erwinia amylovora*) es ínfimo como se afirmó en un panel comercial reciente entre EUA y Japón sobre el mismo tema. **Caso Nuevo.**

Australia tomó en consideración las preocupaciones de NZ. Si bien algunos cambios recientes hechos en la agencia australiana de bioseguridad han dado lugar a algunas demoras, deseaba asegurar a todos los países que toma los fundamentos científicos con la seriedad debida y que producirá un análisis de riesgo tan pronto como sea posible. El análisis de riesgo hará referencia a cierto número de temas, incluida la enfermedad de fuego bacteriano. **Caso Nuevo.**

14 San Vicente y las Granadinas/Comunidades Europeas (CE). San Vicente y las Granadinas junto con Jamaica, Perú y Argentina. Requisitos del EurepGap para el banano. San Vicente y las Granadinas indicó que ha mantenido un comercio significativo con las CE. Comprende perfectamente que las MSF son impuestas por gobiernos y que las medidas del EurepGap provienen de entidades privadas. Sin embargo, algunas de las medidas del EurepGap en las EC conllevan implicaciones en términos de MSF y han sido impuestas como una condición para el comercio. Perú citó el Artículo 13 del Acuerdo MSF, que insta a los miembros a tomar medidas razonables para garantizar que las entidades no gubernamentales cumplen con las disposiciones pertinentes.

La CE manifestó sorpresa ante el hecho de que este tema no hubiese sido abordado anteriormente. Señaló que las medidas del EurepGap provienen del sector privado, cuyos estándares podían superar los de las CE. Sostuvo que las CE no estaban en una posición que les permitiera exigir al sector privado reducir sus requisitos, pero que de ninguna manera deberían presentarse los estándares del EurepGap como requisitos oficiales de las CE. **Caso nuevo.**

15 Las CE/EUA. Procedimientos estadounidenses para la importación de frutas y verduras: Las CE manifestaron que están encontrándose con problemas de acceso al mercado, tales como tiempo excesivo para las inspecciones y fumigaciones, y la obligación de usar plaguicidas producidos en EUA. Invitan a EUA a emprender discusiones bilaterales para dilucidar mejor todo lo referente a las condiciones de acceso a los mercados.

EUA aceptó la invitación a asistir a discusiones bilaterales, pero solicitó que se proporcionaran detalles concretos para poder referirse a los temas abordados. Sus decisiones sobre importaciones se dan de manera transparente y los plaguicidas no tienen que ser producidos por compañías de EUA sino ser aprobados y registrados por la Agencia de Protección Ambiental de EUA. **Caso nuevo.**

16 Las CE/Japón. Las CE acompañadas por Brasil. Restricciones de importación del Japón a la exportación de productos animales y vegetales debido a procedimientos administrativos generales de las MSE. Las CE expresaron preocupaciones en cuanto a procedimientos administrativos que no siempre son transparentes o ágiles. Por ejemplo, una solicitud para que se aprueben los requisitos de una nueva especie de planta que es similar a otra ya aprobada debería ser considerada como extensión de la regla existente y no como una regla totalmente nueva.

Japón expresó que necesitaba detalles más concretos ya que no estaba seguro acerca del origen del problema planteado por las CE. Toma las medidas necesarias conforme al convenio de MSF, pero estaría dispuesto a conversar más sobre el asunto caso por caso. **Caso nuevo.**

17 India/Japón. Requisitos de importación del Japón para mangos de la India. India externó sus preocupaciones acerca de la lentitud del análisis de riesgo que hace el Japón en el caso de los mangos. Instó a que se completara el análisis en el menor tiempo posible.

Japón dijo que debe verificar la condición de libre de riesgo o garantizar que el tratamiento propuesto es científicamente justificado. Continúan las discusiones técnicas, pero no se han proporcionado datos técnicos suficientes sobre especies y procedimientos de tratamiento propuestos concretos. **Caso Nuevo.**

18 Canadá/Venezuela. Canadá conjuntamente con EUA. Prácticas de Venezuela para la emisión de permisos para papas, carne y cabellás. Nuevamente Canadá externó preocupaciones por la denegación de permisos atribuida a las MSF sin que se ofreciera como respaldo una justificación científica. Esto se refiere a papas en semilla y ya listas para el consumo y a cerdo. Si bien se han realizado reuniones, no ha habido una resolución al respecto. Instó a que se ampliara el diálogo.

Venezuela indicó que toma nota de la preocupación y que se han realizado reuniones entre su capital y Canadá. Espere que el asunto se resuelva de manera expedita.

19 Chile/Australia. Chile conjuntamente con las CE y Nueva Zelanda. Restricciones por parte de Australia a las importaciones de uvas frescas de mosa. Chile expresó sus preocupaciones en cuanto a demoras en el proceso de autorización. Aunque se han logrado algunos avances gradualmente, espera que en breve se otorgue la autorización definitiva.

Australia tomó nota de estas preocupaciones y agregó que entregará una evaluación fundamentada científicamente tan pronto como sea posible.

20 EUA/CE. EUA conjuntamente con Canadá, Filipinas, República Dominicana, Jamaica, Argentina y Chile. Desviaciones de las CE del estándar internacional para los materiales de madera para embalaje. EUA expresó su anuencia en cuanto a la suspensión (hasta marzo de 2006) de la norma propuesta por las CE. De nuevo pidió a las CE que proporcionaran detalles de su análisis de riesgos que condujo a la norma propuesta y recalció que el descortezado estuvo concretamente considerado durante la preparación de la Norma 15.

Las CE reconocieron que este es un tema delicado y por esta razón pospusieron su entrada en vigor. Algunos Estados Miembros están preparando un expediente técnico para estudio. Si la medida no se justifica en su forma actual las CE tomarán las medidas necesarias.

21 CE/EUA. Restricciones fitosanitarias de EUA a la importación de plantas (Incluida la *Schumbergara*) en medios de crecimiento. Las CE indicaron que se han hecho avances en la superación de problemas de acceso a los mercados de plantas en macetas en medios de crecimiento. Respaldan a los países que están tomando las medidas apropiadas pero las respuestas no deberían demorarse indebidamente.

EUA expresó que se están recibiendo comentarios acerca de una norma propuesta. Esto será utilizado para adoptar una norma definitiva.

22 Preocupaciones de Fiji sobre las regulaciones propuestas por el Reino Unido (RU) para la *pipor mothyeticum* (Kava-kava). Fiji dijo que no hay pruebas científicas suficientes para apoyar la regulación del RU. Citó a numerosos expertos, estudios científicos y países que permitían la kava-kava y pidió al RU que ofreciera pruebas científicas en respaldo de su argumento.

Las CE examinaron la ejecución de las regulaciones de la RU y manifestaron que la agencia de estándares alimentarios del RU estaba actualmente estudiando su posición. Proyectaban enviar esta intervención a ellos (G/SPS/N/GER/4).

Preocupaciones del comercio en relación con la inocuidad de alimentos

23 EUS/Tailandia. EUA conjuntamente con Japón. Norma 11 del Ministerio de Salud Pública de Tailandia sobre productos alimentarios frescos. EUA dijo que se habían hecho cambios a la norma 11 pero Tailandia no dio tiempo suficiente para comentarios y reacciones. Se expresaron diversas preocupaciones que iban desde el fundamento científico a la discriminación arbitraria. Pidió reuniones y acciones bilaterales que tendrían que estar basadas en el riesgo científico.

Tailandia reiteró que la norma 11 está destinada a fortalecer la seguridad alimentaria y a establecer estándares alimentarios que se apliquen tanto domésticos como internacionalmente. Ha hecho todo lo posible por abarcar la mayor parte de las preocupaciones y espera que pueda haber un entendimiento mutuo y una solución.

24 EUA/India. EUA acompañada por las CE. Falta de notificación, por parte de la India, sobre diversas MSF, incluidas normas alimentarias. EUA reiteró sus preocupaciones en cuanto a que continúan aplicándose medidas sin notificación, lo que tiene como resultado falta de transparencia. Esto está ocurriendo con una combinación cada vez más amplia de productos.

India reafirmó su apoyo a las obligaciones de las MSF. Ha introducido cambios para promover una mayor coordinación, pero toma nota de los asuntos hoy abordados y los transmitirá a la capital.

25 Colombia/CE. Ocratoxina A en el café. En reuniones anteriores Colombia había pedido a las EC que fueran más flexibles en el establecimiento de niveles mínimos de residuos. Ahora se han propuesto ciertos regímenes de prueba que son desproporcionados respecto de los riesgos y que no son prácticos en su aplicación.

Las CE manifestaron que las medidas propuestas ofrecerían un sistema más armonizado para las importaciones. No había previsto que se fuera a abordar este tema e instó a la discusión bilateral, puesto que alguna de la información presentada parecía inconsecuente con los regímenes de pruebas establecidos de las CE.

26 CE. Levantamiento, por parte de Bahrein, Oman y Kuwait de la prohibición a las exportaciones de las CE de aceite de orujo español. Las CE anunciaron que este asunto ya había sido resuelto y esperaban que el comercio se restableciera tan pronto como fuera posible. **Caso resuelto satisfactoriamente.**

Márquelo en su agenda

- | | |
|------------------------|--|
| 12 de setiembre | <ul style="list-style-type: none"> Se vece el plazo para sugerir temas o enfoques para abordar la discusión de regionalización Finaliza el periodo para que los países sugieran temas que consideren prioritarios en el marco del examen del acuerdo |
| 13 de octubre | <ul style="list-style-type: none"> Fecha límite para solicitar la incorporación de nuevos puntos a la agenda del Comité Último día para incorporar temas en el proceso de vigilancia de la utilización de normas internacionales |
| 14 de octubre | <ul style="list-style-type: none"> Distribución de la agenda tentativa para la reunión del Comité MSF ("Aerograma" de la Secretaria) |
| 24 y 25 de octubre | <ul style="list-style-type: none"> Reunión informal sobre trato especial y diferenciado, regionalización y revisión del Acuerdo MSF |
| 26 y 27 de octubre | <ul style="list-style-type: none"> Reunión XXXIV del Comité MSF |
| 31 de oct. - 11 de nov | <ul style="list-style-type: none"> Taller especializado en MSF |

Cifras relevantes

- El 97% (33 de 34) de los Estados Miembros del IICA estuvo presente en la Reunión Comité MSF
- El 100% de los países miembros del IICA que asistieron no hizo presente con expertos de "capital"
- 27 países con 37 especialistas de "capital" asistieron con el apoyo de la Iniciativa para las Américas en MSF, dirigido a fortalecer la participación activa ante el Comité MSF. Esta fue la novena reunión consecutiva
- Se presentaron nueve declaraciones de países, ocho de ellas fueron de naciones de las Américas
- Se desarrollaron 26 situaciones comerciales entre los miembros, dos de las cuales reportaron soluciones satisfactorias y en 21 de ellas intervino por lo menos un país de las Américas



Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA)

Sanidad Agropecuaria e Inocuidad de los Alimentos
Tel.: (506) 216-0184 • Fax: (506) 216-0173
Apdo. postal 55-2200 Coronado, Costa Rica
Dirección electrónica: sanagra@iica.ac.cr • www.infoagro.net/salud
www.iica.int

Conociendo los miembros del PITTA de Producción Orgánica: Instituciones que se dedican a la investigación y capacitación en producción orgánica en Costa Rica



El Programa de Producción Nacional de Agricultura Orgánica (PNAO)
Miguel Castro (PNAO)

El Programa Nacional de Agricultura Orgánica del MAG (PNAO) pertenece a los Programas Nacionales del Ministerio de Agricultura y Ganadería, y su objetivo es apoyar el desarrollo de la producción, transformación y comercialización de productos orgánicos en el ámbito nacional. Para ello, promueve que los servicios del sector público agropecuario sean accesibles a los productores orgánicos. En ese sentido, coordina acciones con los sectores involucrados, como son los productores, las ONG, las instituciones académicas, las organizaciones de cooperación, las agencias certificadoras y las instituciones públicas.

El apoyo a la consolidación del Movimiento de Agricultura Orgánica Costarricense (MAOCO), concretamente en la gestión institucional de sus estrategias regionales y la inclusión de estas estrategias en las políticas nacionales, ha sido una de las prioridades de trabajo durante el año 2005. Para el año 2006, además de incrementar las acciones para la promoción de la agricultura orgánica entre los productores del país, el PNAO buscará apoyar el fortalecimiento de los mercados locales existentes y la apertura de nuevos espacios comerciales.

Las funciones que realiza el PNAO incluyen:

- Brindar información sobre temas relacionados (técnica, políticas, normas, etc.).
- Coordinar acciones de capacitación a extensionistas de las distintas regiones del país.
- Participar activamente en foros de discusión para mejorar el marco legal y la normativa de la producción orgánica.
- Apoyar la gestión de proyectos productivos en las regiones del país.
- Apoyar iniciativas del sector privado (ONG, comercializadores, etc.).
- Promover el intercambio de experiencias y tecnologías (PITTA-PO).



Daniel Solano, Pérez Zeledón (foto: O. Benavides).



Mercados locales (foto: O. Benavides).

Para mayor información, contáctenos al 260-8300, Ext. 2032/2088
e-mail: Miguel Castro: mcastro@protechnet.go.cr o en el sitio www.infoagro.go.cr

Noticias

Fomento de la exportación de productos orgánicos agrícolas no tradicionales de Latinoamérica

Dhayra Machado, CATIE/GTZ

El mercado de productos orgánicos se encuentra en crecimiento y los países de Latinoamérica y el Caribe tienen un gran potencial en el tema. Es por esta razón que la Sociedad Alemana de Cooperación Técnica (GTZ) y la Unión Federal Alemana del Comercio Exterior y Mayorista (BGA) han iniciado un proyecto para facilitar el acceso al mercado alemán de productos orgánicos latinoamericanos.

Este proyecto, que ha sido firmado por un período de tres años (enero 2005-diciembre 2007), tiene como objetivo la ampliación y creación de estructuras y competencias institucionales de exportación para productos agrícolas y no tradicionales de producción orgánica en tres países piloto de Latinoamérica: Ecuador, Perú y Costa Rica.

La planificación actual prevé las siguientes actividades:

1. Mejoramiento de las posibilidades de venta de cacao noble mediante medidas para asegurar la calidad. Área prioritaria: Ecuador, eventualmente inclusión de Perú y Costa Rica.
2. Introducción de un sistema de manejo de calidad para el fomento del comercio de frutas orgánicas exóticas. Área prioritaria: Ecuador y Perú.

3. Fomento de la exportación de frutas, verduras y semilleros de producción orgánica. Área prioritaria: Perú.
4. Fortalecimiento institucional de las organizaciones en la determinación, presentación y mercadeo de productos habilitados para la exportación, especialmente con el ejemplo de la producción, procesamiento y mercadeo de plantas medicinales, condimentos y plantas para cosméticos, aceites etéricos y frutas tropicales. Áreas prioritarias: Costa Rica/Centroamérica; eventual incorporación de Perú y Ecuador.

Wolfgang Schmitt, director de la GTZ, describe el proyecto como un puente estratégico que alcanza desde los campesinos locales en América Latina hasta los consumidores alemanes, que podrán comprar productos de mejor calidad. Para mayor información en Costa Rica, contactar al Dr. Ulrich Roettger, Jefe Regional Proyecto PPP BGA GTZ, al correo electrónico ulrich.roettger@gtz.de, o en Alemania, Jens Nagel (BGA) Jens.Nagel@bga.de y Johannes Spitta (GTZ) Johannes.Spitta@gtz.de.



Emisión de gases invernaderos y su relación con la agricultura orgánica: una experiencia de trabajo con productores

Daniel Bretscher, Jonathan Castro, Manuel Amador, CEDECO
 daniel@cedeco.co.cr. Tel.: 236 16 95 / 236 5198, APDO 209-1009, San José, Costa Rica.

Introducción

Muchos agricultores han observado un cambio del clima en los últimos años. Manifiestan grandes tormentas, sequías o excesos de lluvias e inundaciones. En todo el mundo, mucha gente se ve afectada por condiciones climáticas extremas que son cada vez más frecuentes y fuertes.



Después de años de incertidumbre, los científicos concluyeron en 1996 que "las evidencias sugieren una influencia humana perceptible en el clima global" (Watson *et al.* 1996). El cambio del clima sucede por el aumento de la concentración de gases con efecto invernadero (GEI) en la atmósfera. Los GEI dejan que los rayos solares lleguen a la tierra. Al ser reflejados en la superficie, los gases impiden que los rayos infrarrojos escapen al espacio y los reflejan de nuevo a la superficie. De esta manera, los GEI son responsables de retener el calor en la atmósfera, de igual forma como el vidrio o plástico retiene el calor en un invernadero. Las consecuencias de este calentamiento mundial son muy variadas y de gran repercusión. Entre los cambios ya observados pueden nombrarse el aumento del nivel del mar, el deterioro de las capas polares y de los glaciares, sequías prolongadas, lluvias fuertes con inundaciones, huracanes (efecto del "niño") y otros cambios climáticos (para más detalles, ver IPCC 2001).

El dióxido de carbono (CO₂) es sin duda el GEI con el mayor impacto. Aporta alrededor del 60% al calentamiento global. Luego sigue el metano (CH₄) que aporta un 20% y el óxido de nitrógeno (N₂O) con menor importancia (4-5%). Otros gases aportan alrededor del 16% (IPCC, 2001a).

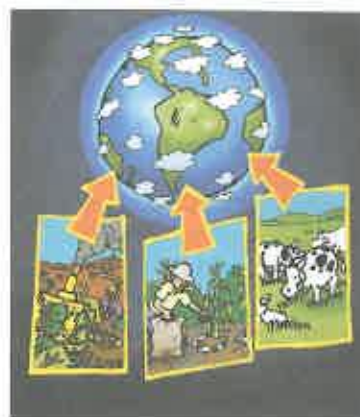
Contribución de la agricultura y el cambio en el uso de suelos a las emisiones antropogénicas de gases con efecto invernadero

Contribución a	CO ₂ [%]	CH ₄ [%]	N ₂ O [%]
Mundo ^a	25	55	>66
Costa Rica ^b	-27	77	92
Costa Rica (agricultura solamente) ^b	0	72	91

^a Datos de Freibauer (2002).

^b Datos de IMN (2000).

La agricultura y el cambio en el uso de los suelos contribuyen significativamente al aumento de emisiones antropogénicas de GEI. En el caso específico de Costa Rica, la contribución de la agricultura a la emisión de GEI es 0%, 72% y 91% para CO₂, CH₄ y N₂O, respectivamente (IMN 2000).



Dado que una gran parte de los GEI proviene de fuentes agrícolas, este sector debería tener un papel importante en la política climática futura. Entre las prácticas específicas del modelo agrícola tradicional que contribuyen a la emisión de GEI y, por ende, al calentamiento global, podemos enfatizar:

- Emisiones de óxido de nitrógeno (N₂O) del suelo por el uso de fertilizantes nitrógenados.
- Emisiones de dióxido de carbono (CO₂) por el uso directo e indirecto (producción y transporte de insumos) de combustible fósil (petróleo, gasolina, diesel o carbón).
- Emisiones de metano (CH₄) y óxido dinitrógeno (N₂O) de la ganadería.

El potencial de la agricultura orgánica y la finca orgánica integral (FOI) en la mitigación del efecto invernadero

El modelo de la finca orgánica integral (FOI) se basa en los principios agroecológicos. Está orientado a satisfacer las necesidades de las familias campesinas. Mediante el uso óptimo de los recursos se garantiza el autoabastecimiento de alimentos frescos y la generación de ingresos económicos por la venta de productos de la finca en mercados locales alternativos. El campesino se hace independiente de las técnicas e insumos externos. Domina las tecnologías apropiadas y aporta su propia creatividad para revertir la degradación ambiental y mejorar la calidad

de los alimentos. En este contexto se ha constatado que las FOI (y la agricultura orgánica en general) también ayudan a contrarrestar el efecto invernadero:

Menos emisiones de gases desde el suelo:

En la agricultura orgánica se trata de trabajar con una lógica de fincas integrales diversificadas que se orientan por los fundamentos ecológicos de la misma naturaleza. Los ciclos de nutrientes y energía son activados y cerrados. Cuando se suministra los abonos necesarios desde la misma finca, las pérdidas de nutrientes y especialmente de nitrógeno tienden a minimizarse. La menor aplicación de abonos, que además contienen el nitrógeno en una forma química más estable, puede disminuir la emisión de óxido dinitrógeno de los suelos. Hay indicaciones de que otras prácticas agroecológicas, como la cobertura de suelo o la prevención de la erosión, también disminuyen las emisiones de GEI.

Menos gastos energéticos → menos emisión de dióxido de carbono:

La mayor biodiversidad en las fincas orgánicas establece un equilibrio entre los cultivos, "malezas"¹ y plagas, de modo que los niveles de estas últimas son muy bajos y la necesidad de intervenir es muy reducida. En caso de "emergencia", existen "plaguicidas" orgánicos (por ejemplo, a base de extractos de plantas). La producción de los pocos insumos necesarios en la misma finca es energéticamente mucho más eficiente que el uso de agroquímicos, que conlleva altas emisiones de CO₂ durante su producción y transporte. También la sustitución de los concentrados alimenticios para animales puede aportar en este sentido.

Menos emisiones de GEI de la ganadería:

La ganadería es responsable de una gran parte de la emisión de metano. Este gas resulta de la fermentación entérica² dentro del estómago (rumen) de los animales rumiantes. Además, los estiércoles de los animales representan una gran fuente de metano y óxido dinitrógeno. Con una alimentación balanceada y un manejo de estiércoles adecuado se puede bajar los niveles de producción de gases. Pero la estrategia más prometedora es de mejorar la eficiencia de utilización de la energía nutricional, para aumentar la productividad de los animales y reducir la cantidad de gas emitido por unidad del producto final (leche y carne). Algunas estrategias para optimizar la alimentación podrían ser la utilización de diversos forrajes cultivados en la misma finca que se suministran a los animales o la aplicación de un sistema de rotación de apartos con pastos mejorados.

Secuestro de CO₂:

Para los productores orgánicos, la materia orgánica es importante porque mantiene un suelo vivo y fértil y un equilibrio estable en este. Parte del dióxido de carbono excesivo de la atmósfera se puede almacenar en el suelo a través de los

procesos de la fotosíntesis de las plantas y la descomposición posterior por los microorganismos. Con sistemas agroforestales (por ejemplo en cafetales) y silvopastoriles, es posible fijar CO₂ en la biomasa de los árboles o en cercas vivas.

Aspectos socioeconómicos:

Para impulsar prácticas y técnicas agrícolas que mitigan el efecto invernadero y, más en general, para fomentar la agricultura orgánica sostenible, tenemos que entender la forma de pensar y la lógica de producción de los mismos campesinos. Solamente con conocimientos profundos de todos los aspectos de las fincas (historia, condiciones, entorno social, economía) y con la comprensión de las trayectorias de las familias campesinas podemos identificar los pasos críticos que hay que seguir para realizar la transición de un modelo convencional a un modelo orgánico. Consecuentemente, una investigación del potencial de la agricultura orgánica en mitigar el efecto invernadero tiene que incorporar también los factores socioeconómicos.

La investigación

La agricultura orgánica no es un concepto cerrado y claramente definido. Más bien es un conjunto de una gran diversidad de técnicas y prácticas adaptadas a las respectivas condiciones climáticas, agrícolas, sociales y económicas. Con nuestra investigación queremos comprobar y subrayar que el enfoque orgánico, con sus fundamentos productivos y conservacionistas aporta significativamente a contrarrestar el efecto invernadero y que una FOI es un modelo socioeconómicamente viable. Como hemos planteado, eso requiere un trabajo conjunto con los productores para entender la lógica de producción. Hasta hoy se ha hecho poca investigación en esta dirección. El proyecto de investigación de CEDECO es parte de un programa a nivel mundial coordinado por HIVOS. Con estudios en varios países, se pretende generar más datos científicos sobre el papel de los GEI en la agricultura orgánica que a futuro serían la base para recomendaciones de manejo, para la incidencia política y para un posible pago por servicio ambiental.

Referencias

- Freibauer A. 2002. Biogenic greenhouse gas emissions from agriculture in Europe – quantification and mitigation. Dissertation. University of Hohenheim.
- IMN. 2000. Primera Comunicación Nacional ante la Convención Marco de Cambio Climático. En línea: Consultado Diciembre 5, 2003. Disponible en <http://www.cglobal.imn.ac.cr/comunicacion/Comunicacion.pdf>
- IPCC. 2001. Tercer informe de Evaluación. Cambio climático 2001. Impactos, adaptación y vulnerabilidad. Resumen para responsables de políticas y Resumen técnico. Informe del grupo de trabajo II al tercer informe de evaluación grupo intergubernamental de expertos sobre el cambio climático. En línea: Consultado Enero 16, 2004. Disponible en <http://www.ipcc.ch/pub/un/ipccwg2s.pdf>
- Watson, RT; Zinyowere, MC; Moss, RH. 1996. (eds.). Climatic change 1995; impacts, adaptations and mitigation of climatic change: scientific-technical analysis. Cambridge University Press, Cambridge.

¹ En la agricultura orgánica no se habla de malezas sino de hierbas acompañantes que muchas veces tienen beneficios para el sistema agrícola.

² Fermentación entérica: sistema digestivo propio de los animales rumiantes (ganado bovino, ovejas).

Sección Informativa

Futuros Eventos

XVI Congreso de la Asociación de Técnicos Acucareros de Centroamérica (ATACA) y XVI Congreso de Técnicos Azucareros de Costa Rica (ATACORI)

01-04 agosto, 2006
Heredia, Costa Rica

Información:

Bernarda Guzmán
Tel./Fax: (506)281 3270
Celulares: (506)385 8733
info@atacori.co.cr
www.atacori.co.cr

VI Seminario Internacional de Frutas Tropicales

16-18 de agosto, 2006
Auditorio Universidad Nacional de Colombia
Manizales, Caldas
Colombia

Información:

Aseneth Murillo
Miembro Comité Organizador
Centro de Desarrollo Tecnológico de Frutales
andinos@yahoo.es

XLCV Meeting of the American Phytopathology Society- División Caribe (APS-CD) y del XXVII Encuentro Anual de la Sociedad Colombiana de Fitopatología y Ciencias Afines (ASCOLFI)

12-16 setiembre, 2006
Cartagena, Colombia

Información:

Universidad Militar "Nueva Granada"
Facultad de Ciencias (Biología)
Carrera 11 No 101-80
Bogotá - COLOMBIA, Sur América
Phone / Teléfono: 571-2757300 x 381-254
Fax: 571-6343254
http://www.umng.edu.co
aps-cd2006@umng.edu.co

I Encuentro Latinoamericano y del Caribe de Productores y Productoras e Investigadores de Agricultura Orgánica

26-29 de setiembre, 2006
Managua, Nicaragua

Información:

Reparto El Carmen, Costado Oeste Parque El Carmen
Managua, Nicaragua
Apto. Postal : A-136
Telefax: (505) 268-2302
email. eao-nicaragua2006@cablenet.com.ni

I Curso Internacional: Bases Científicas e Informáticas para el Manejo de la Biodiversidad Amazónica

20-26 mayo, 2007
Perú

Información:

Manuel Arévalo
Urku Estudios Amazónicos
Jr. Saposoa no. 181
Tel. (042)527964
Tarapoto, San Martín, Perú
urkue@yahoo.es
www.urkuperu.org

www.catie.ac.cr



Insectos plagas de cultivos
perennes con énfasis en frutales
en América Central



Daniel Coto
Joseph L. Saunders



2004



Hace unos años, cuando el CATIE publicó el libro *Plagas invertebradas de cultivos anuales alimenticios en América Central*, la respuesta de profesores, investigadores, extensionistas, expertos en plagas y estudiantes de la región neotropical no se hizo esperar: el libro vino a llenar un sensible vacío de información, y se convirtió en instrumento de uso diario en el manejo de plagas.

Hoy, Daniel Coto y Joseph L. Saunders (q.e.p.d.) publican una nueva guía: *Insectos plagas de cultivos perennes con énfasis en frutales en América Central*. Este libro, verdadera herramienta de trabajo, presenta una gran cantidad de información sistematizada y fácil de acceder, que incluye desde el hospedante y el ámbito de distribución de cada plaga, hasta los distintos tipos de combate eficaces contra ellas, además de ofrecer descripciones minuciosas y fuentes bibliográficas para cada una de las especies.

Uno de los mayores atributos del libro consiste en las más de 400 fotografías a color que apoyan al lector en la identificación de huevos, larvas, ninfas, pupas, hembras y machos de los insectos, y del daño que estos causan en distintos cultivos. Es decir, provee todas las ayudas visuales necesarias para el usuario que se encuentra en el campo y debe tomar decisiones atinadas de diagnóstico.

Para más información, escribanos al correo electrónico cicmip@catie.ac.cr, o llámenos al teléfono (506) 558 2408.



Manejo Integrado de Plagas y Agroecología



¿Desea ser patrocinador de la Revista MIPA?

Cada vez hay más empresas involucradas en la generación y comercialización de tecnologías de manejo integrado de plagas (MIP) y agroecología. Asimismo, hay una amplia y creciente demanda de dichas tecnologías, pero muchas veces los usuarios desconocen cómo adquirirlas.

En su nueva etapa, tras 17 años de publicación ininterrumpida, la revista Manejo Integrado de Plagas y Agroecología desea constituirse en una herramienta para que dichos usuarios cuenten con un directorio de aquellas empresas interesadas en el desarrollo de sistemas productivos sostenibles, la conservación de los recursos naturales, y la protección de la salud de los agricultores y los consumidores.

Nuestra revista es el único foro en español específicamente dedicado al manejo integrado de plagas y la agroecología. Llega a 27 países del mundo. Además, está disponible en línea.

La imagen de su empresa estará vinculada a una publicación amparada por una de las instituciones agrícolas más prestigiosas de América Latina —el CATIE—, y a una revista indexada en las principales bases de datos internacionales en agricultura y premiada por el CONICIT de Costa Rica con el Premio a la Editorial Científica y Tecnológica.

Espacio publicitario (US \$ 600 por año)

- Diseño y diagramación del anuncio de su empresa, a todo color.
- Publicación impresa de su anuncio a todo color en cada número de la revista.
- Enlaces electrónicos al portal (sitio web) de su empresa.
- Dos ejemplares gratuitos de cada número de la revista durante el año de publicidad.

Patrocinio (US \$ 1500 por año)

- Publicación del logo de su empresa en la contratapa de cada número de la revista, resaltando así el compromiso de su empresa con la agricultura sostenible.
- Diseño y diagramación del anuncio de su empresa, a todo color.
- Entrega del original electrónico diseñado para su distribución adicional por medio impreso o electrónico.
- Publicación impresa de su anuncio en cada número de la revista.
- Enlaces electrónicos al portal (sitio web) de su empresa.
- Seis ejemplares gratuitos de cada número de la revista durante el año del patrocinio.
- El patrocinio es deducible del impuesto sobre la renta en Costa Rica (sede del CATIE).





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)