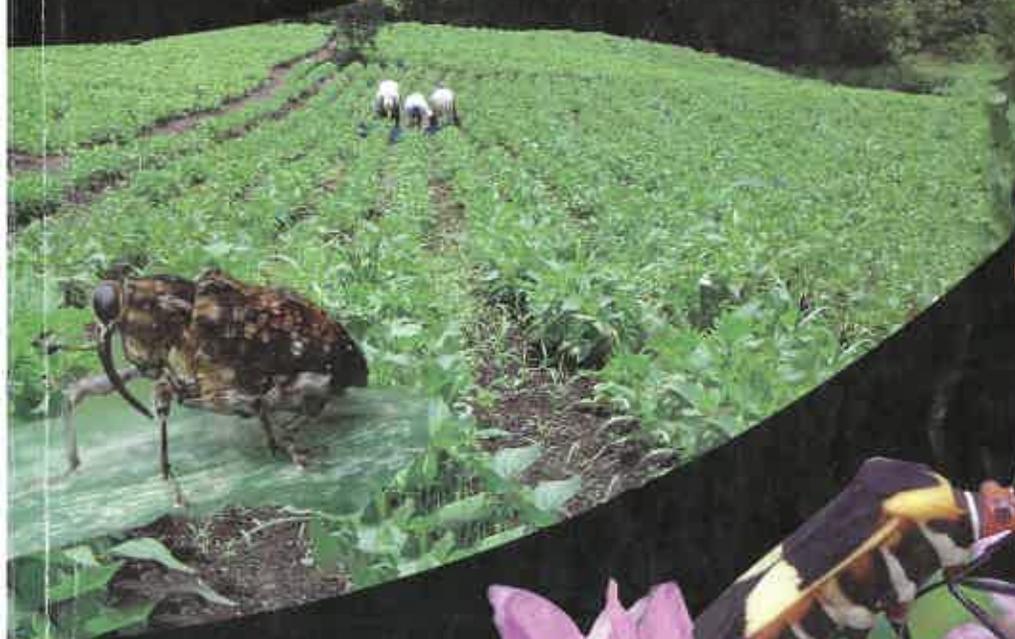


ISSN 1659-008

Manejo Integrado de Plagas y Agroecología

Abril 2004

No. 71



CATIE
Centro Agronómico Tropical
de Investigación y Enseñanza

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

Director de Proyección Regional y Servicios Técnicos Regionales y

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) 63218738
Correo electrónico:
catiecolombia@utp.edu.co

COSTA RICA

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

EL SALVADOR

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

GUATEMALA

Apartado postal 76-A, 15
calle 1-04
Zona 10. Edificio
Céntrica Plaza, 4 nivel,
Of. 401. Guatemala
Tels. (502) 366 2648
366 2649
Fax (502) 366 2643
Correo electrónico:
catiegua@intelnet.net.gt

HONDURAS

Primera planta, edificio
principal Secretaría 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
Zona 5
Edificio Balboa Plaza
Avenida Balboa
Tel. (507) 263-6400
Fax: (507) 263-2565
Correo electrónico:
catiepanama@cwpanama.net

Representaciones Nacionales del IICA

BELICE

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

REPÚBLICA DOMINICANA

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

CATIE Centro Agronómico Tropical
de Investigación y Enseñanza

www.catie.ac.cr

*Suscríbese a
la Revista*

Manejo Integrado de Plagas y Agroecología

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

ESTA PUBLICACIÓN LE OFRECE



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



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



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



Más de 17 años de trayectoria y 70 números publicados



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

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

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

Un nuevo servicio para nuestros lectores

Los estimables lectores habrán atestiguado varios cambios positivos ocurridos en los últimos dos años en varios aspectos de nuestra Revista, entre los que sobresale la ampliación de su cobertura y contenido, lo cual a su vez se refleja en el cambio de título, por el de *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología*.

Con inmensa gratitud, reconocemos que hasta ahora hemos dependido del aporte generoso de varias entidades donantes, entre las que cabe destacar a la *Agencia para el Desarrollo Internacional (USAID/ROCAP)*, la *Autoridad Sueca para el Desarrollo Internacional (ASDI)* y el *Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América (USDA/ FAS/ ICD/ RSED)*. Hoy, con la autosostenibilidad como meta final, nos enfrentamos a nuevos desafíos, comunes a casi todas las publicaciones científicas en español.

Tanto en nuestro continente como en el plano mundial, cada vez hay más empresas involucradas en la generación y comercialización de tecnologías de manejo integrado de plagas (MIP) y de agroecología. A su vez, percibimos que hay una amplia y creciente demanda de dichas tecnologías, pero muchas veces los usuarios desconocen cómo adquirirlas.

Por ello, consideramos oportuno que nuestra revista se constituya en una herramienta para que dichos usuarios cuenten con un directorio de empresas anunciantes que estén genuinamente interesadas o comprometidas con el desarrollo de sistemas productivos sostenibles, la conservación de los recursos naturales y la protección de la salud de los agricultores y los consumidores. En virtud de lo anterior, hemos instaurado dos modalidades que permitirán a dichas empresas darse a conocer y, a la vez, apoyar la difusión del conocimiento científico y técnico generado en nuestra región: *espacios publicitarios* y *patrocinios*, cuyas características aparecen detalladas en las páginas posteriores de este número de la revista.

Y, si bien ya hemos establecido contacto con varias empresas dispuestas a colaborar, confiamos en el gentil apoyo de nuestros lectores para ponernos en contacto con más empresas que estén anuentes a colaborar en esta iniciativa, de alto rédito para la agricultura y la silvicultura latinoamericanas, como lo demuestra la trayectoria de nuestra revista.



Dr. Luko Hilje
Director

Manejo Integrado de Plagas y Agroecología



Luis Alberto Fournier Origgi: docencia e investigación universitaria en pro del desarrollo sostenible

Jaime E. García G.¹
José Francisco Di Stefano²

Nació en San José, Costa Rica, en 1935, en el hogar de José Luis Fournier M. e Irma Origgi de Fournier. Realizó su educación primaria en la Escuela Juan Rudín y la secundaria en el Colegio Seminario. Su infancia y juventud transcurrieron entre el bullicio de los alrededores de la Iglesia La Merced y el tranquilo cantón de Mora en Ciudad Colón. Casó con la bióloga María Eugenia Herrera Pérez, la cual colaboró con varios de sus primeros proyectos de investigación, y con quien llegó a compartir la crianza y educación de sus hijas, Sylvia y Désirée.

En marzo de 1954 inició sus estudios en la Facultad de Agronomía de la Universidad de Costa Rica (UCR), donde se graduó de Ing. Agrónomo en diciembre de 1958 con la presentación de su trabajo de tesis "Un ensayo comparativo de sombrero, riego, fertilización y *mulch* en el desarrollo de almácigo de café". Inmediatamente después, comenzó su carrera profesional en el Departamento de Biología de esta institución, primero como encargado de la Cátedra de Botánica y, posteriormente, como profesor suplente. En junio de ese mismo año sustituyó al Ing. Edwin Navarro en la Cátedra de Fundamentos de Biología del Departamento de Estudios Generales.

En julio de 1959 ingresó a la Escuela de Graduados del Instituto Interamericano en Ciencias Agrícolas (IICA), donde hizo su tesis bajo la dirección del Dr. Jorge León, obteniendo el título académico de *Magister Agriculturae* en enero de 1961, con la presentación de la tesis titulada "Crecimiento y desarrollo del fruto de *Coffea arabica* L.". Durante el primer se-

mestre del año académico de 1961 fungió como encargado de la cátedra en Ecología General en el Departamento de Biología.

En agosto de 1961 ingresó a la División de Estudios Graduados de la Universidad de California (EUA), donde en 1964 obtuvo su doctorado con el trabajo de investigación "Development of the vegetative shoot in *Coffea arabica* L. cv. bourbon Choussy".

De enero a marzo de 1964, en calidad de estudiante graduado del Departamento de Botánica donde estudiaba y en representación de Costa Rica, don Luis formó parte de una expedición científica a las Islas Galápagos (Ecuador) y del Coco (Costa Rica) organizada por la Universidad de California, la Academia de Ciencias de California y la Fundación Charles Darwin de Bruselas (Bélgica) (Fournier 1968). En un simposio científico celebrado a raíz de esta expedición, don Luis presentó un trabajo titulado *The Botany of Cocos Island* (Fournier 1966). Posteriormente, publica la *Descripción preliminar de la vegetación de la Isla del Coco*, donde, con gran visión, expone la necesidad y conveniencia para el país de proteger y conservar este santuario declarándolo reserva natural (Fournier 1968).

Don Luis mencionaba a su padre como una de las personas que sembraron en él ideas como la de dejar áreas de su finca en regeneración natural, permitiéndole cercar parcelas que fueron un punto importante para el inicio de sus observaciones de regeneración del bosque. Además, citaba como su primer maestro al Sr. Francisco Mendoza Angulo, mandador de la finca

¹ Centro de Educación Ambiental (CEA) de la Universidad Estatal a Distancia (UNED), y Sección de Ecología de la Escuela de Biología de la Universidad de Costa Rica. jgarcia@uned.ac.cr

² Sección de Ecología de la Escuela de Biología de la Universidad de Costa Rica. jdistefa@cariari.ucr.ac.cr

de su padre, quién le enseñó los nombres comunes de las plantas del lugar (Charpentier 1996). Entre los principales mentores académicos durante su época de estudios superiores estuvieron los doctores Rafael Lucas Rodríguez Caballero, Jorge León Arguedas, Leslie Holdridge, Gerardo Budowski y Paul C. Richards.

Ya “hecho”, como lo menciona el Dr. Rafael Lucas Rodríguez Caballero en el prólogo de una de sus obras, regresa al país en noviembre de 1964 e inicia sus labores docentes y de investigación, como profesor de tiempo completo, en el Departamento de Biología (actual Escuela de Biología) de la Facultad de Ciencias y Letras de la UCR, donde laboró por casi cuarenta años, impartiendo las cátedras de Introducción a la Botánica Sistemática, Ecología General (fundador de la cátedra), Ecología Vegetal (fundador de la cátedra), Botánica Forestal y Métodos de Investigación. También impartió el curso de Investigación por Tutoría y colaboró con las cátedras de Plantas Vasculares, Botánica General y en el Seminario de Plantas Cultivadas. Igualmente, ofreció varios cursos en el Programa de Posgrado en Biología.

Además, fue siempre un colaborador de otras cátedras, a nivel de grado y posgrado, tanto dentro como fuera de la UCR. Durante este tiempo dirigió numerosas investigaciones de tesis en la Escuela de Biología y en el Programa de Posgrado en Biología de la UCR, así como en el Programa de Posgrado en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales entre esa institución y el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). En este mismo sentido, también fue miembro de un número considerable de comités de tesis en otras entidades, como la Facultad de Agronomía de la UCR y la Escuela de Ciencias Biológicas de la UNA.

En 1965, recibió un entrenamiento con el Dr. Paul C. Richards en ecología forestal tropical, al llevar el curso *Tropical forest ecology* en la Organización para Estudios Tropicales (OET).

Nuevamente con gran visión, y apenas tres años después de reincorporarse a sus labores en la UCR, propone la creación de la Carrera en Dasonomía (Fournier 1967). Seis años después (1973), junto con E. Bornemisza, A. Madriz y G. González, don Luis presenta el “Proyecto para el establecimiento del Departamento de Ciencias Forestales en la Facultad de Agronomía de la Universidad de Costa Rica (Four-

nier *et al.* 1973). Lamentablemente, ninguna de estas propuestas fructificó, pero en 1975, con base en gran medida en los proyectos precitados, se estableció la carrera forestal en el Instituto Tecnológico de Costa Rica (ITCR) y la Universidad Nacional (UNA), por acuerdo del Consejo Nacional de Rectores (CONARE), culminando así la etapa de gestación que iniciara el Dr. Fournier dos lustros atrás.

Si bien su formación académica fue primero en café y luego en anatomía vegetal con esta misma especie, el Dr. Fournier vino a desempeñar sus tareas docentes y de investigación no solo en esos campos, sino en las áreas en que más lo necesitaba el país, logrando sobresalir y formar los primeros biólogos costarricenses con una inclinación por la ecología y la conservación. Además, como lo señalaron Alvarado y González (2002): “Valoró tanto la aspiración del agricultor, de vivir dignamente de la tierra, como el compromiso del conservacionista con las generaciones futuras”.

Labores y cargos desempeñados

Además de las funciones antes señaladas, Luis Fournier fue miembro fundador y profesor destacado del Programa de Posgrado en Biología de la UCR, curador de plantas vasculares del Herbario de la UCR (del cual fue el principal recolector de muestras por muchos años), así como profesor visitante en el Departamento de Ciencias Forestales y el Programa de Recursos Naturales Renovables del IICA (1968-1975), de Botánica tropical en el Departamento de Botánica de la Universidad de Ulm (1986, en Alemania), de Ecología Tropical en el Programa de Maestría en Turismo Ecológico de la Universidad Latinoamericana de Ciencia y Tecnología (ULACIT, en 1992 y 1994), y como científico y profesor visitante en los cursos *Tropical biology: an ecological approach*, *Introduction to tropical forestry*, *Ecología tropical*, *Agroecología*, y *Tropical Plant Systematic* de la OET (desde 1968) donde, además, se involucró como evaluador de proyectos en ecología forestal y recursos naturales de Costa Rica (Azofeifa y Castro 2004³). En la Universidad del Diseño participó en diversas ocasiones como conferencista invitado en el Taller de Investigación en Arquitectura I, así como en algunos de los Talleres de Diseño Arquitectónico con la charla “La planta como unidad ecomorfológica” (en los años 2000 y 2001). De igual manera, a partir de 1998, colaboró activamente en las

³ Azofeifa, AB; Castro, G. 2004. Respuesta a solicitud de información sobre actividades del Dr. Luis Fournier en la Organización para Estudios Tropicales (correo electrónico). Costa Rica.



reuniones de una comisión establecida por esta universidad para llegar a lanzar el “Eco-Architecture Studio” (<http://www.unidis.ac.cr/eco.htm>). También llegó a realizar un inventario de los árboles sembrados en el campus de la Universidad del Diseño, con la idea de convertirlo en un *arboretum* (Rojas 2004⁴). En la Universidad para la Paz mantuvo una relación especial con el Departamento de Recursos Naturales, donde participó como profesor de algunos de los cursos cortos internacionales sobre sistemas agroforestales y huertos caseros, poniendo a disposición de esta institución algunas de sus parcelas de café con cedros (*Cedrela odorata*), que llegó a manejar exitosamente; además, realizó algunos estudios sobre la biodiversidad del bosque El Rodeo de esta universidad (Budowski 2004⁵).

Su experiencia académica y administrativa en la UCR lo llevó a ocupar diversas posiciones, como subdirector de la Escuela de Biología de la UCR en tres ocasiones (1966-1972) y director del Herbario de ésta. Además, fue representante del Área de Ciencias ante el Consejo del Sistema de Estudios de Posgrado de esta universidad (1975-1979), director del Programa de Posgrado en Biología de la UCR en dos ocasiones (1982-1986), y representante de la UCR en el Consejo de Posgrado del Programa de Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales del CATIE (1983-1988).

Sus labores como asesor fueron igualmente diversas y fructíferas. Destacan sus asesorías en temas forestales durante la redacción de la Primera Ley Forestal de 1969 para el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) de Costa Rica; en problemas de impacto ambiental ante el Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT); en calidad de revisor especialista de artículos para diversas revistas científicas; en ecología de árboles ante la Vicerrectoría de Administración de la UCR; en problemas ambientales para la Organización de las Naciones Unidas (ONU); como consejero técnico de la Compañía Agrícola El Potrero Ltda. (1958-1969); en ecología del manejo de plantaciones de café para el Instituto Hondureño del Café (1986); en ecología del café para el Programa PROMECAFE del IICA (1982-1986); en programas de reforestación en la Hacienda El Tunal en la provincia de Guanacaste; en café para la Compañía Agrícola Río Colorado S.A.; para el Grupo Clodomiro Picado T. (que realizaba una labor de acción social en el cantón de Acosta); para el MAG en diversos temas de su especialidad; en botánica para el Instituto Nacional de Biodiversidad (INBio) de Costa Rica; como asesor científico del Instituto de Desarrollo Agrario (IDA) de Costa Rica (1990); como asesor en la Universidad del Diseño; como asesor en recursos naturales del Ministe-

⁴ Rojas, A. 2004. Información sobre actividades del Dr. Luis Fournier en la Universidad del Diseño (facsimil). Costa Rica.

⁵ Budowski, G. 2004. Respuesta a solicitud de información sobre el Dr. Luis Fournier (correo electrónico). Costa Rica.



rio de Ciencia y Tecnología (MICIT, 1990-1993) de Costa Rica; como consultor para la Dirección de Parques Nacionales del MAG, y como colaborador permanente del Colegio de Biólogos en diversas consultas.

Por otra parte, el Dr. Fournier fue parte de la idea del Concurso sobre la Vivienda Ecológica, organizado por el Centro de Investigación en Vivienda y Construcción (CIVCO) del Instituto Tecnológico de Costa Rica (ITCR), la Asociación Conservacionista Yiski y la Fundación Neotrópica, en 1993, de donde nació el Proyecto de Investigación sobre Asentamientos Humanos Ecológicamente Sostenibles de Interés Social. Al respecto hay que destacar que prácticamente todos los principios nacidos de este proyecto fueron retomados por el Plan Nacional de Desarrollo Urbano en sus primeras dos fases (Fournier 2004⁶).

También participó activamente en los siguientes consejos, comisiones, juntas directivas y comités: como presidente y secretario del Centro Científico Tropical (CCT); como vicepresidente del Colegio de Biólogos de Costa Rica (1968-1970); como secretario del Pro-

grama el Hombre y la Biosfera, MAB (Man and Biosphere), para Costa Rica de la UNESCO (1974-1986); como miembro de la Comisión Redactora de la Primera Ley Forestal (1967-1969), del Comité Nacional Pro-conservación de los Recursos Naturales Renovables (1969-1974), del Consejo Forestal Nacional (1972-1973), de la Junta Administradora del Museo Nacional (1967-1974), de la Junta Directiva de la Asociación Demográfica Costarricense (1967-1969), de la Junta Directiva de la Fundación Café Forestal, de la junta asesora del Jardín Lankaster de la UCR, de la comisión de alto nivel para el estudio del impacto ecológico de la construcción de la carretera San José-Siquirres-Guápiles (en su ramal del Bajo de la Hondura, 1978-1979), como miembro del Comité sobre Declaración de Árboles como Monumentos Naturales dirigido por el Dr. Gerardo Budowski (dando aportes valiosos de árboles que merecían incluirse como candidatos), de la Comisión de Estudio para la Reorganización de la Dirección General Forestal, de la comisión asesora de la Vicerrectoría de Administración de Áreas Verdes de la UCR, de la Comisión Consultiva de Investigación Agropecuaria, del Consejo Director del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICIT, 1976-1987; 1990-1993), del Consejo Director de la Fundación de Parques Nacionales (FPN, 1991-1994), del Consejo de Investigación de la UNED, de la Asamblea General del INBio, de la comisión —escogida por el rector— que elaboró la Agenda del II Congreso de la UCR (Monge 1967), y como miembro de la Comisión de Credenciales del Colegio de Ingenieros Agrónomos. Además, formó parte de los consejos editoriales de las revistas nacionales *O'Bios*, *Biología Tropical* (1967-1989), y *Agromía Costarricense* (1976-2002), así como del comité científico de la revista *Brenesia*, llegando también a ser Miembro Honorario Permanente del Comité Editorial de la revista *Biocenosis* del Centro de Educación Ambiental (CEA) de la Universidad Estatal a Distancia (UNED). De igual manera, era Miembro Honorario de la Asociación Conservacionista Yiski desde 1990 (Fournier 2004⁶). Alvarado y González (2002) destacan en un artículo el trabajo de don Luis como organizador y expositor en varios de los Congresos Agronómicos y de Recursos Naturales realizados por el Colegio de Ingenieros Agrónomos de Costa Rica. En la empresa privada fungió como gerente de la

⁶ Fournier S, ME. 2004. Respuesta a solicitud de información sobre el Dr. Luis Fournier (correo electrónico). Costa Rica.

Compañía Agrícola El Potrero Ltda. (1969-2002), así como de la sociedad Río Tabarcia S.A. (1978-2002), de la cual fue miembro fundador.

Igualmente numerosas y valiosas fueron sus contribuciones y participaciones en los diversos tipos de actividades académicas y científicas en que participó como expositor.

El Dr. Fournier también fue Miembro Fundador del Colegio de Biólogos de Costa Rica (1968), así como de la Academia Nacional de Ciencias (1992). En esta última se destacó por su trabajo como tesorero de la Junta Directiva y, especialmente, como revisor de los anteproyectos de ley relacionados con recursos naturales. Además, perteneció a las siguientes asociaciones: Colegio de Ingenieros Agrónomos de Costa Rica, Asociación Latinoamericana de Fitotecnia, American Botanical Society, American Ecological Society, American Institute of Biological Science, y la Asamblea de Asociados del INBio.

Un precursor del conservacionismo

Cabe aquí resaltar sus investigaciones en ecomorfología de plantas leñosas, tanto en especies cultivadas como en poblaciones naturales. En este campo, fue el primer investigador en definir la modalidad de crecimiento de los frutos del café, así como sus patrones de maduración, llegando a establecer un ecocronograma de las actividades que se deben realizar en un cafetal. De esta forma se podrían sincronizar de manera integral los cambios ambientales que tienen lugar durante el año y las labores propias de la plantación.

En la segunda mitad de los años sesenta, don Luis centró su atención en el tema del desarrollo sostenible de Costa Rica, adelantándose así varias décadas a su tiempo. Aquí destacó con especial énfasis las relaciones existentes entre el crecimiento demográfico y los recursos naturales en el país, haciendo un claro llamado de atención sobre la necesidad imperiosa de su uso racional.

Además, fue el pionero de la investigación en fenología forestal en Costa Rica. Sus propuestas metodológicas en este campo son aplicadas tanto dentro como fuera del país. En esta área, don Luis fue uno de los primeros investigadores costarricenses en estudiar el crecimiento y la fenología de varias especies forestales nativas de importancia nacional, como el guana-

caste (*Enterolobium cyclocarpum*), el cedro amargo (*C. odorata*) y el madero negro (*Gliricidia sepium*), con el fin de promover su utilización en plantaciones forestales o agroforestales.

Otro de sus mayores logros fue haber realizado un estudio sistemático, por casi cuatro decenios, de los procesos de sucesión y recuperación de bosques en áreas degradadas mediante la regeneración ecológica, demostrando que la reforestación natural es una alternativa económica y eficaz para la recuperación del bosque y sus recursos asociados, especialmente en las cuencas hidrográficas, y la mejor alternativa para desarrollar un ecosistema biológicamente diverso y permanente. Sobre este particular, Morales (2002a) escribe: "A lo largo de 37 años de persistentes y rigurosas observaciones en sus fincas de Ciudad Colón y Tabarcia de Mora, él protegió áreas que se convirtieron, con el paso del tiempo, en bosques exuberantes con una diversidad comparable a la que mostraban los antiguos bosques que fueron destruidos". Como nota adicional, fue precisamente en el bosque de su finca San Luis en Ciudad Colón donde se reportó por primera vez para Costa Rica la existencia del hongo agarical *Phlebotopus beniensis* (Singer & Digilio) Heinem. & Rammeloo, recolectado el 27 de mayo de 1996 por la Dra. Julieta Carranza de la Escuela de Biología de la UCR e identificado por el Dr. Roy E. Halling del New York Botanical Garden (Halling 2004⁷).

El Dr. Fournier destacó la necesidad e importancia biológica, cultural, social y económica del establecimiento de pequeñas reservas naturales, tanto en áreas deforestadas como en zonas urbanas y en proceso de desarrollo (Fournier y Herrera de Fournier 1979, Fournier 1981, 1992b, 1997, Di Stéfano *et al.* 1996), propuesta que desarrolló con éxito en diversas localidades, empezando por sus fincas familiares y aportando sus propios recursos (CEY-ACY 1993). En este sentido, don Luis era, como lo menciona Villa (1963) para el caso del Dr. Clodomiro Picado, una persona que no se sentaba a esperar quién financiara sus proyectos de investigación para llevarlos a cabo. De igual manera, tampoco definió sus trabajos e investigaciones en función de los temas que estuvieran de moda durante su época en los países desarrollados y que eran, obviamente, para los que había financiamiento. Don Luis, como lo reconoce el Dr. Jorge León (2002), estuvo "... interesado siempre en el estudio y la

⁷ Halling, RE. 2004. Respuesta a solicitud de información sobre el hallazgo en Costa Rica del hongo *Phlebotopus beniensis* (correo electrónico). Nueva York, The New York Botanical Garden.

solución de los problemas nacionales”.

El Dr. Fournier realizó también esfuerzos importantes en el estudio y manejo agroecológico de los cultivos agrícolas, especialmente el café, donde siempre promovió los sistemas agroforestales, destacando las ventajas ecológicas de los sistemas mixtos. Promovió estos principios en sus fincas, donde ofrecía charlas a visitantes de diversas procedencias, desde niños de escuela a estudiantes universitarios y colegas. En este campo, también estimuló el ordenamiento de fincas y la conservación de suelos, como muy bien lo demostró en sus propiedades.

Junto con José A. Sáenz R., informó por primera vez para Costa Rica y el mundo sobre la presencia del hongo patógeno *Ravenelia lagerheimiana* Diet. como parásito del árbol de guanacaste, *E. cyclocarpum* (Jacq.) Gris. (Sáenz y Fournier 1982).

Don Luis también contribuyó al desarrollo del pensamiento conservacionista costarricense mediante la enseñanza y la investigación, dictando incontables charlas y conferencias. Otro de sus aportes importantes en esta área fue haber investigado sobre la manera en la cual se ha venido desarrollando el pensamiento conservacionista costarricense. Su actitud ante este tema fue siempre positiva, nunca conflictiva. Estaba convencido de que a través de la educación y del ejemplo los costarricenses íbamos a entender y responder a la necesidad de proteger y conservar nuestro ambiente; así lo hizo ver siempre en sus cursos, charlas y escritos.

Desde los inicios de su carrera universitaria, promovió el concepto de ecodesarrollo, lo cual se refleja en varios de sus escritos a partir de la segunda mitad de los sesenta. Fue uno de los primeros costarricenses en proponer una definición de desarrollo sostenible basada en fundamentos ecológicos. En este sentido, es importante mencionar que el Dr. Fournier resaltó siempre la necesidad de plantearse un concepto de desarrollo de manera integral, pensando que éste debe ser: “un incremento armonioso en el nivel económico, cultural y social de un pueblo, pero dentro de un marco de estabilidad del ambiente en que a este le corresponde operar”. En esta misma materia, don Luis dejó un mensaje claro, que resume la dirección de sus esfuerzos como académico e investigador (con los pies en la tierra y consciente de nuestra realidad) y, sobre todo, como costarricense genuinamente preocupado por los problemas ambientales del país, escribiendo

que: “La lucha por un uso racional del ambiente es harto compleja y para ello no solo es necesario que los costarricenses comprendan la necesidad de buscar soluciones a estos problemas, sino que es de primordial importancia el orientarlos adecuadamente. Esto solo se puede lograr mediante una educación ambiental integral y permanente”.

Dichosamente, la mayor parte del legado de su obra y pensamiento para las actuales y futuras generaciones está recogido en sus múltiples publicaciones (alrededor de centena y media⁸). Entre ellas destacan sus libros *Ecología y desarrollo en Costa Rica* (1981), *Recursos naturales* (1983 y 1993), *Flora arborescente del Valle Central de Costa Rica* (1985, junto con Eugenia Flores y Dora I. Rivera), *Desarrollo y perspectiva del movimiento conservacionista costarricense* (1991, 2000 y 2002), y *Nombres vernaculares y científicos de los árboles de Costa Rica* (1998, con Elmer G. García). Quedan por publicarse en un futuro cercano algunos de sus artículos inéditos y el libro *Historia de la botánica sistemática* (Fournier s.f. a, b, 1994, 2003 a, b).

Los instrumentos del desarrollo

La ciencia y la tecnología fueron verdaderamente parte de su vida, hecho que demostró con sus obras, no con palabras rimbombantes ni escritos vacíos.

El Dr. Fournier fue un acérrimo promotor de la investigación científica nacional. En este sentido, su obra científica demuestra su convicción en las palabras de José Martí, quien dijera que: “La mejor manera de decir, es hacer”. Un hacer no para sí mismo, sino para el país y sus coterráneos. Sobre este particular, uno de los pensamientos preferidos que gustaba compartir era la cita del Dr. José María Castro Madriz, de hace poco más de 150 años (1844), quien dijo lo siguiente:

“Triste del país que no tome a las ciencias por guía en sus empresas y trabajos. Se quedará postergado, vendrá a ser tributario de los demás y su ruina será infalible, porque en la situación actual de las sociedades modernas, la que emplea más sagacidad y saber, debe obtener ventajas seguras sobre las otras”.

Tanto gustaba don Luis de estas palabras, que las mandó colocar en un cuadro que tenía en su oficina y que donó a la Escuela de Biología de la UCR.

⁸ Próximamente, la revista *Biocenosis* del Centro de Educación Ambiental (CEA) de la Universidad Estatal a Distancia (UNED) publicará una compilación de los títulos de éstas.

El Dr. Fournier nos dejó un mensaje claro y preciso, el cual resume en gran medida tanto su visión de la ciencia y la tecnología como la dirección de sus esfuerzos como educador, investigador, directivo y consultor especialista en las materias de su competencia:

“La investigación científica y tecnológica ha sido y es un factor fundamental para el desarrollo pleno de las sociedades humanas. Sin embargo, en los países en vías de desarrollo, como Costa Rica, este hecho no es bien comprendido y muchas veces la investigación se considera como algo superfluo, un lujo inclusive, que sólo pueden darse los países desarrollados. Esta actitud demuestra a todas luces ignorancia, ya que precisamente los países más ricos de la tierra han alcanzado un alto nivel de desarrollo porque sus ciudadanos han comprendido el valor de promover la investigación” (Fournier 1993).

En defensa de la institucionalidad de la ciencia

El Dr. Fournier fue miembro del Consejo Director del CONICIT (Consejo Nacional para Investigaciones Científicas y Tecnológicas) de Costa Rica en dos oportunidades. El 1° de enero de 1976 fue designado miembro del CONICIT para dirigir esa institución junto a sus compañeros el Dr. Rodrigo Zeledón Araya, el Dr. Eduardo Lizano Faith, el Ing. Ernesto Macaya Ortiz y el Dr. Edgar Mohs Villalta. Desde ese año y hasta 1986, continuó en la Junta Directiva. En 1991 se integró de nuevo al Consejo de dicha institución, y al año siguiente asumió la presidencia de ese órgano. Desde su gestión como Presidente (1992-1993), planteó un esquema general de la estructura del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología (Fournier 1992a) y fue protagonista de diversas actividades de la institución; entre ellas, presidió la Cátedra Anastasio Alfaro para Ciencia y Tecnología; coordinó la Comisión *Ad-Hoc* de Recursos Naturales y participó en el despegue del Préstamo para Ciencia y Tecnología CONICIT/BID/CONARE, el financiamiento más ambicioso en esta materia en la historia del país hasta la fecha.

Al terminar sus períodos en el Consejo Director, continúa comprometido con el CONICIT y es así como, cuando hubo un intento por cerrar esta institución de la ciencia costarricense, en 1995, salió en su defensa:

“... El supeditar la política científica y tecnológica de conceptos, criterios y parámetros meramente económicos no parece ser muy atinado. El desarrollo sostenible, que tanto proponen los po-

líticos contemporáneos, no llegará a ser realidad si Costa Rica no consolida un desarrollo científico y tecnológico dinámico, capaz de insertarse en las corrientes internacionales del conocimiento, pero que al mismo tiempo sea capaz de generar información básica sobre las potencialidades y limitaciones del país (...).

Me preocupa de sobre manera el que se vaya a desmembrar el sector de ciencia y tecnología de Costa Rica, sin que se pondere y valore adecuadamente esta acción... debemos recordar que los logros científicos no siempre se pueden ver de inmediato y que no todo en este campo es susceptible de reflejarse en meros guarismos” (Fournier 1995).

En 1978, don Luis representa honrosamente al CONICIT en el Jurado del Premio Nacional “Dr. Clodomiro Picado Twilight”, junto a Gerardo Mirabelli, del Instituto Tecnológico de Costa Rica (ITCR); Alfonso Trejos Willis, del Ministerio de Cultura, Juventud y Deportes (MCJD); Manuel María Murillo, de la UCR; y Rolando Mendoza, de la UNA. De igual manera lo hace en 1996, junto a don Guido Sáenz, Ministro del MCJD; Rolando Mendoza de la UNA; Manuel María Murillo, de la UCR, y Gerardo Mirabelli, del ITCR.

Maestro de maestros y discípulo de sus estudiantes

Don Luis dedicó gran parte de sus esfuerzos como educador a la enseñanza de la ecología y el uso racional de los recursos naturales, así como a la botánica económica y forestal, compartiendo sus conocimientos abiertamente, tanto con profesionales de diversas disciplinas (especialmente biólogos, agrónomos y educadores de enseñanza primaria y secundaria) como con estudiantes universitarios nacionales y extranjeros de pre- y posgrado, así como con educandos de primaria y secundaria.

En agosto del 2002, el CONICIT organizó el “Primer Encuentro Multidisciplinario Mujeres y Ciencia”, que permitió recopilar unos 40 relatos autobiográficos de mujeres que contaron sus experiencias personales y profesionales en el campo científico y tecnológico. A propósito de don Luis Fournier, Elizabeth Arnáez, en su escrito “Vivencias de una bióloga”, relata el aporte de este científico a su vida profesional de la siguiente manera: “Una de las personas que más influyó en mi amor por la biología fue el Ph.D. Luis Fournier (que en paz descansa) en sus cursos, con su forma de ser y de pensar, y como miembro del tribunal de tesis de Licenciatura y tutor en mi



plan de maestría. Una característica de aprender de Don Luis Fournier era la forma sencilla de explicar aspectos de la biología que podían ser difíciles para otros, la confianza en el estudiante y cómo valoraba las capacidades y habilidades de cada uno de sus discípulos, estimulándolos a la investigación, a la búsqueda de ese conocimiento de una forma agradable e innovadora”.

Igualmente Claudia Zúñiga, en su relato titulado “Memorias de una bióloga”, nos cuenta lo siguiente: “En ese ambiente universitario, no puedo dejar de pasar por alto la influencia de dos profesores, uno un maestro, quien con sus conocimientos, pero principalmente con su ejemplo como académico y con su humildad y rigurosidad científica, me indicó el camino que debía seguir para ser una buena bióloga, me refiero a don Luis Fournier”.

Por su parte, Julián Monje-Nájera (2002) relata el siguiente pasaje sobre su tiempo como estudiante universitario: “Siendo estudiante, le pregunté a un amigo zoólogo por qué se había matriculado en un curso sobre árboles, y me dijo que porque no quería salir de la Universidad de Costa Rica sin haber sido alumno de don Luis Fournier. Este recuerdo me vino a la mente mientras hacía guardia junto a las cenizas de don Luis en la Escuela de Biología y resume muy bien lo que él fue: ante todo un ser humano excepcional, un maestro por naturaleza y un caballero auténtico”.

Sobre esta calidad humana de don Luis como educador, Bermúdez (2002) escribe lo siguiente: “Además de su amplio conocimiento científico, don Luis fue una persona con un amplio conocimiento de

la naturaleza humana, su sabiduría era mayor que lo que rezaban los libros, maestro por naturaleza, varias generaciones de biólogos costarricenses y una buena cantidad de extranjeros pasaron por sus clases, abundantes en coloquios, tertulias, experiencias de laboratorio y excursiones de campo. Nunca pretendió apabullar a un estudiante con sus conocimientos, él, maestro de maestros, fue a su vez un discípulo de todos sus estudiantes, de los cuales aprendía con humildad, al mismo tiempo que con su humildad y sabiduría formó a la gran mayoría de botánicos y ecólogos de Costa Rica en los últimos cuarenta años”.

Rodolfo Ortiz (2003), otro de sus múltiples alumnos, se refirió al Dr. Fournier como “un hombre grandioso en su sencillez, grandioso porque dio con mucha humildad y sin aspavientos el tesoro de su conocimiento, nunca se le oyó jactarse con arrogancia de lo mucho que sabía y de lo que producía, y con eso estimulaba a los que le rodeábamos para hacer nuestras modestas producciones que el estudiaba a profundidad tomándonos muy en serio...”. Agrega que: “Don Luis en sus clases nunca verbalizó sobre la honestidad, la ética o el servicio a los demás, pero toda su vida y su testimonio es una lección de estas tres virtudes. Estas virtudes humanas él las transmitía a través de su propia conducta dándonos una lección que no necesitaba ni tiempo ni espacio, sólo se necesitaba la condición de un gran espíritu que sólo se alberga en los grandes hombres”.

Honor a quién honor merece

Don Luis recibió honores porque diversas instancias le reconocieron su trayectoria, no porque se hubiera postulado a ellos. Su naturaleza sencilla nunca ostentó el deseo de sobresalir, ni el de ser reconocido. Al respecto, el Dr. Luko Hilje (2001) se refiere al Dr. Fournier de la siguiente manera: “Pero, quizás por su excesiva humildad, aún teniendo merecimientos de sobra, él rehuyó al protagonismo y nunca se le vio figurando, ni tampoco compitiendo por dineros o por puestos burocráticos. Más bien prefirió ese silencio nutricional y fecundo que los sabios necesitan para madurar sus ideas y aquilatar la trascendencia de su obra. El mismo silencio de sus amados cafetales arbolados y de su bosque en Villa Colón donde él habrá constatado —quizás con júbilo contenido— que el rumbo de la sucesión vegetal conduce, inexorable y con trazo firme, hacia la eternidad”.

Entre los premios y honores recibidos en vida destacan el Premio Nacional Aquileo Echeverría, en 1983, por su libro *Recursos naturales* y el galardón *La*

Simiente en el Área de los Recursos Naturales correspondiente al año de 1996, por parte del Colegio de Ingenieros Agrónomos de Costa Rica, máximo premio que otorga esta organización a sus asociados más sobresalientes. Además, fue nombrado Profesor Emérito de la UCR en 1988, por sus aportes significativos como científico y docente a esta institución. También, como muestra de agradecimiento por parte de la Asamblea de la Escuela de Biología de la UCR, se bautizó con su nombre el sendero principal del Bosquecito Leonelo Oviedo, ubicada a un costado del edificio de la Escuela de Biología.

De igual manera ha seguido recibiendo merecidos homenajes después de su partida, como la dedicación del mini simposio *Contribución de la Revista Tropical al Desarrollo de las Ciencias* que se hizo con ocasión de los 50 años de existencia de la Revista de Biología Tropical el día 9 de agosto en la Escuela de Biología de la UCR (León 2002), y la postulación *in memoriam*, por parte de la Escuela de Biología de la UCR, al Premio Calidad de Vida de la Defensoría de los Habitantes y al Premio Nacional de Ciencia y Tecnología “Dr. Clodomiro Picado Twight”. De igual manera, esta Escuela nombró en su memoria los coloquios académicos con el título de “Coloquio Luis A. Fournier Origgí”, donde casualmente hizo su última presentación académica nueve días antes de su fallecimiento.

En su honor también diversas instituciones con las que estaba relacionado organizaron un simposio en calidad de homenaje póstumo, aprovechando la ocasión de la celebración del Día Nacional de la Ciencia y la Tecnología en el año 2003 (UCR 2003). Otras organizaciones que celebraron actividades de recordación en su nombre fueron el CONICIT, el INBio, el Colegio de Ingenieros Agrónomos, y la Universidad del Diseño, la cual dedicó a su memoria el encuentro *Mundaneum Verde* 2003 (Rojas 2003). En esta misma línea de reconocimientos póstumos, el Colegio de Biólogos de Costa Rica acordó implementar una *Sala de Biólogos Distinguidos Pioneros de la Biología en Costa Rica*, donde se incluirá al Dr. Fournier (CBCR 2004).

Por su parte, la revista *Biocenosis*, del Centro de Educación Ambiental (CEA) de la Universidad Estatal a Distancia (UNED), le dedicó *in memoriam* el número especial de su edición titulada *Desarrollo Forestal en Costa Rica* (*Biocenosis* 2001), el cual incluye su artículo *Desarrollo forestal en Costa Rica: antecedentes y perspectivas*.

Su apellido está inmortalizado en los anales de la botánica, pues se encuentran dos especies de plantas

dedicadas en su honor. Mientras que poco más de 30 años atrás el reconocido biólogo Luis Diego Gómez (1972) le dedicó la especie pteridofita *Elaphoglossum fournierianum*, más recientemente J. Francisco Morales (2003) le dedicó la especie *Paullinia fournieri*.

Sin embargo, entre todos los anteriores, con seguridad su más preciado honor fue el de saber que siempre tuvo la admiración, el respeto, la devoción y el cariño de todos aquellos que tuvimos la oportunidad y la dicha de conocerlo.

La despedida

Sobre algunas de las características personales de don Luis, el siempre bien recordado y querido Dr. Rafael Lucas Rodríguez Caballero escribió lo siguiente en el prólogo de su obra *Ecología y Desarrollo en Costa Rica* (Fournier 1981): “Sus profesores lo recordamos... bromista, con un perenne guiño de buen humor, y sin embargo profundamente serio, puntilloso, en cuanta asignatura le tocaba estudiar... y comparte con sus colegas los problemas del presente, ... y cuya voz, firme y gentil, ha sido en los auditorios de conferencias nacionales, regionales y mundiales, aportadora de conocimiento y prudencia”.

A lo anterior hay que añadir y destacar otras dos de las características más sobresalientes y estimadas por todos los que conocimos a don Luis: su gran calidad humana, y la humildad en el trato con sus semejantes, fueran conocidos o desconocidos, amigos, estudiantes o colegas. Morales (2002b) confirma lo anterior con las siguientes palabras: “Don Luis mostraba tanto una sólida formación académica y científica como también una profunda cultura y un gran sentido de humanismo, que se reflejaba en su humildad, en su tolerancia de ideas diversas y en su disposición permanente para transmitir conocimientos a colegas y estudiantes”. Sin lugar a dudas su humildad se asemejó en alguna medida a la del Dr. Picado Twight, descrita por Villa (1963).

En cuanto a su capacidad de trabajo, recordamos como le gustaba decir este refrán argentino: “Mientras el cuerpo aguante, voluntad no me falta”, cuando una persona se le acercaba a pedirle ayuda o un favor. A pesar de estar pensionado desde 1988, se mantenía muy activo y llegaba regularmente dos días a la semana a su pequeña oficina en la Escuela de Biología, incluso el día antes de su muerte. Nueve días antes (26 de junio) ofreció allí, con el auditorio lleno, un interesante coloquio sobre los “Antecedentes de la investigación biológica en Costa Rica”,

el cual inició desde la época de los antiguos sabios griegos y culminó en las décadas recientes de la historia de la biología en Costa Rica (Morales 2002b, UCR 2002). Si bien en este coloquio su característica humildad no lo llevó a nombrarse como una más de las personas que habían hecho contribuciones importantes, una persona del auditorio solicitó la palabra para resaltar esta omisión que la mayoría de los presentes habíamos notado. De igual manera, dos de sus colegas agrónomos escriben de don Luis lo siguiente: “Esta colaboración reiterada y enriquecedora, al servicio de tantas instituciones nacionales e internacionales donde se le solicitó su valioso aporte, a pesar de representar siempre un recargo más, refleja un tercer rasgo de la personalidad del Dr. Fournier, su constancia, capacidad de trabajo y sentido de responsabilidad profesional y cívica” (Alvarado y González 2002).

Briceño (2002), haciendo referencia a una cita¹⁰ que se encuentra en la obra *El Alquimista*, dijo lo siguiente: “Don Luis fue una persona que alcanzó un estado superior en la condición humana (evolucionó), el fue un hombre realmente bueno y siempre lo reflejó y a muchos de nosotros a su alrededor nos hizo reflexionar y nos provocó también evolucionar en la búsqueda de ese estado superior”.

En fin, don Luis Fournier es de las personas que sin duda hicieron y continúan haciendo (por medio de su legado escrito) camino al andar, dejando una honda huella, tanto entre quienes lo conocieron personalmente como a través de sus múltiples publicaciones. Sin duda que la Patria le recordará agradecida como uno de sus mejores hijos y, en este sentido, el mejor y más útil homenaje que Costa Rica le puede rendir al Dr. Fournier es dar a conocer su pensamiento, instando, por ejemplo, a que los estudiantes de las escuelas, colegios y universidades, estudien y pongan en práctica su obra y recomendaciones.

Carlos Morales (2002b) describió de la siguiente manera el último día de don Luis: “El momento final llegó en su finca de Ciudad Colón, sentado, esperando a un grupo de estudiantes, a quienes ofrecería una charla, mirando hacia el bosque, ese bosque emblemático de 37 años que es tanto obra de la naturaleza como de su inteligencia y su paciencia de científico nato, que practicó la conservación ambiental cuando muchos otros sólo hablaban de ella. ¿En que estaría pensando Don Luis en sus últimos momentos? Trato de imaginarlo, tal como yo lo conocí. Estaría memorizando lo que les diría a los estudiantes mientras, mirando

hacia el bosque, recapitulaba su experiencia de décadas en el estudio de los problemas agrícolas y ambientales del país, sobre todo recordando cómo, a partir de un terreno de cultivo protegido por él, se regeneró un bosque con grandes guanacastes, cedros, barrigones y otras maravillas de la flora de Costa Rica”.

Por su parte, María Elena Fournier (2002¹¹) narra ese día de la siguiente forma “..., justo esa mañana el nos esperaba, para recibir a 50 jóvenes que venían de diferentes lugares de Costa Rica y que estaban participando del VII Taller Nacional de Jóvenes Ecologistas... Como era costumbre, el siempre recibía estudiantes (y familiares) para mostrarles y enseñarles —una de sus pasiones, la docencia— sobre ese maravilloso bosque secundario de premontano húmedo en Ciudad Colón y fue así como en nuestras acostumbradas visitas a esta Reserva, desde el año 1990, también nos estuvo esperando fielmente ese 5 de julio, dejó este mundo haciendo lo que más amaba: transmitir sus conocimientos, amor y respeto por los recursos naturales a los jóvenes, llenándolos de fe y esperanza a los que trabajamos por la ecología, partió con una gran serenidad, con una gran paz, en el lugar que más amó”. Posteriormente María Elena recuerda que: “... la paz que en ese lugar se sentía ese día, yo diría que casi la podíamos ver... había un silencio como pocas veces hemos experimentado. Cuando se da la partida de don Luis, hasta el color del cielo era diferente, no sólo yo lo podía percibir sino otras personas y jóvenes ahí presentes”.

Don Luis: ¡muchas gracias por sus enseñanzas y su amistad! En nuestro corazón siempre guardaremos un eterno agradecimiento hacia su persona. Y haciendo eco de las palabras de Bermúdez (2002): “Gracias don Luis, por haber sido un maestro hasta el último día. Estará siempre presente para nosotros en los roles de sabana y los cortezas floreados y en el dulce aroma de los azahares del cafeto”.

Agradecimientos

A la familia Fournier Herrera, la Sra. Lucía Herrera Obando, al Dr. Luko Hilje Q. y a la Dra. Claudia Charpentier, por la revisión y las sugerencias que hicieron a las versiones preliminares de esta semblanza. De igual manera a todas aquellas personas del CONICIT, la OET, la Academia Nacional de Ciencias, la Universidad para la Paz y la Universidad del Diseño que colaboraron aportando parte de la información aquí mencionada.

¹⁰ “Cuando alguien evoluciona, también evoluciona todo a su alrededor. Cuando tratamos de ser mejores de lo que somos, todo a nuestro alrededor se vuelve mejor” (*El Alquimista*, de P. Coelho).

¹¹ Fournier S, ME. 2002. Invitación a la Misa del Primer Mes del Dr. Fournier (correo electrónico). Costa Rica

Referencias consultadas

- Alvarado, A; González, LC. 2002. Semblanza de Luis Fournier Origgí. *Agronomía Costarricense* 26(2): 11-12.
- Anónimo 2003. Luis Fournier Origgí en el CONICIT. San José, Costa Rica. 2 p.
- Bermúdez M, M. 2002. *In memoriam*: Dr. Luis Alberto Fournier Origgí (16 de noviembre de 1935 – 5 de julio del 2002). *Brenesia* 57-58: 5-6.
- BIOCENOSIS 2001. Desarrollo forestal en Costa Rica. Edición especial de la revista *Biocenosis* dedicada *in memoriam* al Dr. Luis Alberto Fournier Origgí. Centro de Educación Ambiental (CEA) de la Universidad Estatal a Distancia (UNED), San José, Costa Rica. *Biocenosis* 15(1-2), 130 p.
- Briceño, DR. 2002. Palabras leídas por el director de la Escuela de Biología de la Universidad de Costa Rica al final de los oficios religiosos del funeral del Dr. Luis A. Fournier O. CBCR (Colegio de Biólogos de Costa Rica) 2004. Acuerdo para implementar una *Sala de Biólogos Distinguidos Pioneros de la Biología en Costa Rica*. Acuerdo n.º 2-16-2003 tomado en la Sesión de Junta Directiva del 27 de setiembre del 2003.
- CEY-ACY (Club Ecológico Yiski – Asociación Conservacionista Yiski) 1993. Giras a las fincas del Dr. Luis Alb. Fournier Origgí y Familia. Tabarcia de Mora y Ciudad Colón. 2 p. *Sin publicar*.
- Charpentier, C. 1996. Entrevista al Dr. Luis A. Fournier Origgí. Mayo de 1996.
- Di Stéfano G, JF; Nielsen, V; Hoomans, J; Fournier, LA. 1996. Regeneración de la vegetación arbórea en una pequeña reserva forestal urbana del nivel premontano húmedo, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical* 44(2): 575-580.
- Fournier, LA. *s.f.* a. La familia Fournier en Costa Rica: El caso de los descendientes de don Mateo Fournier Hetch, con énfasis en don Luis Norberto Fournier Quirós. *s.n.t.*
- _____. *s.f.* b. A report on thirty years of forest restoration in Costa Rica.
- _____. 1966. The botany of Cocos Island. In Bowman, RI. ed. *The Galapagos. The Galapagos International Scientific Project. Proceedings.* Estados Unidos, University of California Press.
- _____. 1967. Anteproyecto para el establecimiento de la Carrera de Dasonomía en la Universidad de Costa Rica. San José, CR, Departamento de Biología, Universidad de Costa Rica. 7 p. *Sin publicar*.
- _____. 1968. Descripción preliminar de la vegetación de la isla del Coco. Informe Semestral enero-junio 1968. Costa Rica, Ministerio de Transportes, Instituto Geográfico Nacional. p. 49-64.
- _____; Herrera de Fournier, ME. 1979. Importancia científica, económica y cultural de un sistema de pequeñas reservas naturales en Costa Rica. Nota técnica. *Agronomía Costarricense* 3(1): 53-55. *También en*: Fournier O, L. 1981. *Ecología y desarrollo en Costa Rica. Antología.* San José, CR, Editorial de la Universidad Estatal a Distancia (EUNED). p. 173-177. (Serie Educación Ambiental no. 4).
- _____; Bornemisza, E; Madriz, A; González, G. 1973. Proyecto para el establecimiento del Departamento de Ciencias Forestales en la Facultad de Agronomía de la Universidad de Costa Rica. Preparado por comisión especial nombrada por el Señor Rector de la Universidad de Costa Rica, noviembre de 1973. San José, CR, Ciudad universitaria Rodrigo Facio. 18 p. *Sin publicar*.
- _____. 1981. *Ecología y desarrollo en Costa Rica. Antología.* San José, CR, Editorial de la Universidad Estatal a Distancia (EUNED). 195 p. (Serie Educación Ambiental no. 4).
- _____. 1981. Pequeñas áreas naturales como unidades de experimentación y de demostración en los programas de educación ambiental. *Biocenosis* 3(1-2): 6-7.
- _____; Flores, EM; Rivera, DI. 1985. Flora arborecente del Valle Central de Costa Rica. San José, CR, Talleres Jiménez & Tanzi. 149 p.
- _____. 1991. Desarrollo y perspectivas del movimiento conservacionista costarricense. San José, CR, Editorial de la Universidad de Costa Rica. 113 p.
- _____. 1992a. Carta dirigida al Dr. Orlando Morales M., Ministro del Ministerio de Ciencia y Tecnología. 1º de mayo de 1993. Ref.:SE-0527-92. San José, Costa Rica. 4 p. Incluye una primera aproximación de un esquema general de la estructura del Sistema de Ciencia y Tecnología de Costa Rica.
- _____. 1992b. El establecimiento de pequeñas reservas mediante la regeneración natural y su importancia en el desarrollo. In *Simposio Ecología, Turismo y Municipio* (2, 1992, Costa Rica). *Memorias.* San José, CR, Instituto Costarricense de Turismo. Libro 2, p. 12.1-12.11.
- _____. 1993. Recursos naturales. 2 ed. San José, CR, EUNED. 388 p.
- _____. 1994. Conozcamos los árboles de Costa Rica. 11 p. *Sin publicar*.
- _____. 1995. Ciencia, tecnología y reforma del Estado. *Prociencia XVIII (93): 7. También en*: La República, 28 de junio de 1995, p. 17A.
- _____. 1997. Small natural reserves and conservation of biodiversity in Costa Rica. In *Tropical diversity origins, maintenance, and conservation.* ATB & OTS Symposium and Annual Meeting (June, 1997, Costa Rica). Abstracts. San José, Costa Rica.
- _____; García D, EG. 1998. Nombres vernaculares y científicos de los árboles de Costa Rica. San José, CR, Guayacán Centroamericana. 262 p.
- _____. 2003a. La importancia de los recursos naturales renovables en el desarrollo integral de América Latina. *Biocenosis* 17(2). *En prensa*.
- _____. 2003b. *Ecología, desarrollo y paz.* *Biocenosis* 17(1). *En prensa*.
- Gómez P, LD. 1972. Contribuciones a la Pteridología costarricense. II. *Plantae novae vel minus cognitae.* *Revista de Biología Tropical* 20(1): 31-43. Dedicatoria p. 34.
- Hilje Q, L. 2001. Don Luis Fournier. Palabras del Dr. Luko Hilje Quirós con motivo de la partida a la eternidad del Dr. Luis A. Fournier el día 5 de julio del 2002. *Biocenosis* 15(1-2): ii.
- León, J. 2002. Medio siglo de publicaciones botánicas en la *Revista de Biología Tropical.* *Revista de Biología Tropical* 50(3-4): 879-892.
- Monge, AC. 1967. Informe del rector, 1966-1967. San José, CR, Publicaciones de la Universidad de Costa Rica. p. 12-13. (Serie Misceláneas no. 111).
- Monge-Nájera, J. 2002. El hombre que construyó un bosque. *Semanario Universidad* no. 1489, San José, CR, jul. 26:14.
- Morales, JF. 2003. A new species of *Paullinia* (Sapindaceae) from Costa Rica. *Brittonia* 55(2): 173-175. Dedicatoria, p. 175.

- Morales, CO. 2002a. *Ecce homo, scientia clarus*: Luis Fournier Origgí (1935-2002). *Lankesteriana* 5:1-2.
- _____. 2002b. Un biólogo muy especial. *Semanario Universidad* no. 1488, San José, CR, jul. 19:12.
- Ortiz V, R. 2003. Semblanza del Dr. Luis A. Fournier Origgí. Homenaje póstumo. 1 de agosto del 2003. Día Nacional de la Ciencia y la Tecnología. Centro Nacional de Alta Tecnología (CENAT): San José, CR. Disertación. 4 p. *Sin publicar*.
- Rojas, A. 2003. Discurso de inauguración. *In Reunión Internacional de Arquitectura, Mundaneum Verde* (3, 2003, Costa Rica). 11 p. *Sin publicar*.
- Sáenz R, JA; Fournier O, LA. 1982. *Enterolobium cyclocarpum* (Jacq.) Gris., un nuevo hospedero para *Ravenelia lagertheimiana* (sic) Diéř. *Turrialba* 32(3): 333-336.
- UCR (Universidad de Costa Rica) 2002. Escuela de Biología invita al público en general a la conferencia "Antecedentes de la investigación biológica en Costa Rica", impartida por el Dr. Luis Fournier Origgí, Profesor Emérito. *La Nación*, San José, CR, jun. 23:5.
- _____. 2003. Escuela de Biología invita a la celebración del Día Nacional de la Ciencia y la Tecnología y al Homenaje Póstumo al Dr. Luis Fournier Origgí. 1 de agosto. Centro Nacional de Alta Tecnología, San José, Costa Rica. *La Nación*, San José, CR, jul. 27:7.
- Villa, JD. 1963. Clorito el humilde. *O'Bios* 6: 49-51.

Evaluando la diversidad de plantas en los agroecosistemas como estrategia para el control de plagas

Sandra B. Muriel R.¹
León D. Vélez V.²

RESUMEN. La contribución de la diversidad de plantas al control de insectos plagas en los agroecosistemas constituye un principio agroecológico ampliamente aceptado. Aunque muchos estudios experimentales lo apoyan, hay otros con resultados opuestos a los esperados. Con el propósito de evaluar el efecto de la diversidad de plantas en los agroecosistemas como estrategia para el control de insectos plagas, en este ensayo se revisan los estudios experimentales sobre el tema publicados desde 1998 hasta 2003 en CAB International y se analizan los casos con resultados opuestos a los esperados de mayor regulación de insectos plagas en agroecosistemas más diversificados. El 30% de los trabajos seleccionados no apoya el principio agroecológico, lo cual puede explicarse por tres factores: 1) diferencias en los mecanismos de historia de vida de los insectos; 2) efectos indirectos de la diversidad mediados por el efecto en la calidad del recurso; 3) el paisaje circundante, la escala espacial de los agroecosistemas y la escala temporal de los estudios y de las respuestas de los insectos y sus enemigos naturales. Finalmente, se concluye que aunque la diversidad de plantas en los agroecosistemas generalmente es una estrategia adecuada para el control de insectos plagas, no debe ser asumida como un postulado inequívoco, debido a la influencia simultánea de diferentes procesos que afectan las poblaciones de insectos. Esta evidencia experimental debe ser incorporada en los análisis sobre el funcionamiento de los agroecosistemas diversificados.

Palabras clave: Agroecosistema, diversidad de plantas, insectos – plagas, enemigos naturales, manejo.

ABSTRACT. Evaluation of plant diversity as an insect-pest control strategy. It is widely accepted that more diverse agroecosystems are less affected by insect-pests. There is an abundant body of experimental evidence that supports this belief, but there are also experimental results that contradict it. In order to evaluate plant diversity as a pest control strategy, we reviewed experimental studies published in CAB international between 1998 and 2003. We concentrated on the studies of cases where greater diversification did not lead to more insect-pest regulation. Thirty-three percent of the studies do not support the general assumption of an effective pest control in diversified agroecosystems, which could be explained by the following factors: 1) differing insect life cycles; 2) indirect effects of non-host vegetation on resource quality; 3) surrounding landscape, spatial and temporal scales, and insect population dynamics. Although plant diversity in agroecosystems is generally a convenient strategy for pest control, it is also necessary to evaluate specific designs for each case, due to the simultaneous effect of different variables.

Keywords: Agroecosystem, plant diversity, insect-pests, natural enemies, management.

Introducción

La contribución de la diversidad de plantas al control de insectos plagas en los agroecosistemas constituye uno de los principios agroecológicos más difundidos, ampliamente aceptados y mejor documentados (Risch 1980, Risch 1981, Zúñiga *et al.* 1981, Gliessman y

Altieri 1982, Cortez y Trujillo 1994, Altieri 1997, 1999, Siesmann *et al.* 1998, Hunter 2002, Nicholls 2000, Nicholls y Altieri 2002).

Las hipótesis de Root (1973) sugieren que los herbívoros especialistas son más abundantes en parches

¹ Fundación EcoAndina. Avenida 2da oeste # 10 – 54, Cali, Colombia. velezmuriel@epm.net.co

² Departamento de Ciencias Agronómicas, Universidad Nacional de Colombia sede Medellín. A.A. 568, Medellín, Colombia. ldevez@unalmed.edu.co

menos diversos, grandes o más densos y sus depredadores son más efectivos en parches más diversos. Algunos autores han concluido que las hipótesis de Root (1973) son complementarias, debido a que en los agroecosistemas más diversos los insectos plagas podrían tener más dificultades para encontrar su planta hospedante y, a su vez, los enemigos naturales encuentran allí más fuentes de alimento, como otras presas en épocas de escasez del alimento principal y mayor cantidad de polen y néctar necesarios para su madurez reproductiva (Trenbath 1993, Wratten y Van Emden 1995).

Vandermeer (1989) propuso tres hipótesis alternativas, intentando abarcar una mayor generalidad en los procesos explicativos que determinan la regulación de insectos plagas en agroecosistemas diversificados: la hipótesis del cultivo interrumpido, la hipótesis del cultivo trampa y la hipótesis de los enemigos. De manera similar a la ocurrencia de las hipótesis de Root, el autor resalta la posibilidad de participación simultánea de dos o más hipótesis en los resultados de un experimento determinado.

Sin embargo, es importante resaltar también los estudios experimentales que han obtenido resultados opuestos al principio generalizado de una mayor regulación de insectos plagas en agroecosistemas más diversificados (Cromartie 1975, Bach 1988a, b, Trenbath 1993, Coll y Bottrel 1994, Asman *et al.* 2001, Hunter 2002). Estos estudios sugieren que el efecto de la diversidad sobre los insectos es altamente variable, además de la existencia de otros factores y mecanismos complejos que no habían sido considerados en las hipótesis anteriores, los cuales interactúan con la diversidad de plantas en su efecto sobre las poblaciones de insectos.

En este ensayo se intenta refutar el equívoco de postular como principio que una mayor diversidad de plantas siempre determina una mayor regulación de insectos plagas, lo cual se sustenta a partir de evidencias experimentales. Asimismo, se establece en qué medida se puede generalizar el efecto de la diversidad y se proponen otros factores críticos que deben ser considerados para el manejo de las poblaciones de insectos en los cultivos. De este modo, se pretende contribuir a una mayor comprensión de la funcionalidad de la diversidad de plantas en la regulación de artrópodos en los agroecosistemas.

Metodología

Inicialmente, se hizo una revisión de resúmenes de los estudios experimentales listados en la base de datos CAB International desde 1998 a 2003 relacionados con el efecto de la diversidad de plantas sobre los insectos plagas y sus enemigos naturales.

En la búsqueda se incluyeron las palabras “agroecosistemas”, “insectos plagas”, “intercultivo” y “diversidad de plantas”. Se encontraron 350 artículos, entre los cuales se seleccionaron únicamente los estudios experimentales que compararon el efecto de agroecosistemas diversos frente a monocultivo, o que consideraron variables relacionadas con gradientes de diversidad, de tal modo que se pudieran establecer comparaciones. Entre estos estudios, se revisaron detalladamente los artículos originales disponibles.

Finalmente, se analizaron los casos donde la diversidad de plantas determina efectos opuestos a los esperados de disminución de los insectos – plagas, y se incluyeron otros artículos conocidos con anterioridad, para intentar explicar las condiciones en las cuales se dan estos resultados.

Resultados

Los estudios experimentales seleccionados establecen una relación estrecha entre la diversidad de plantas y las variables complejidad estructural del agroecosistema, composición florística y abundancia relativa de las plantas dentro del agroecosistema y por fuera de sus límites, es decir a escala de paisaje (Cuadro 1).

Las investigaciones fueron desarrolladas en una amplia variedad de sistemas, por lo cual resulta difícil generalizar sobre los efectos de la diversidad y los mecanismos explicativos. Por ejemplo, hay diferencias en el número de especies vegetales que se comparan con el monocultivo (siembra de otras plantas de importancia económica o desarrollo de la sucesión natural), el tiempo de evaluación de las poblaciones (desde algunas semanas hasta varios años), en el área considerada en el estudio (desde algunos metros cuadrados hasta varias hectáreas), y en el arreglo espacial de las plantas (bordes o fajas alrededor de las parcelas del cultivo principal de tamaños variables, siembra de otras especies intercaladas, calles compuestas de otras especies atravesando el cultivo principal). Algunos tipos de bordes son largos y estrechos, otros, en cambio, son amplios (Cuadro 1).

Cuadro 1. Estudios relacionados con el efecto de la diversidad de las plantas sobre el control de insectos plagas en el agroecosistema, publicados en el período 1998-2003.

	Objetivo del estudio	Resultados relacionados con el efecto de la diversidad de plantas sobre los insectos	Escala espacial del estudio	Escala temporal del estudio	Autor
1	Efectos de la composición de la vegetación y la escala de la fragmentación sobre <i>Coccinella septempunctata</i> y <i>Pterostichus melanarius</i> . El sistema experimental estuvo formado por parcelas de brócoli y vegetación natural (2).	<i>C. septempunctata</i> fue más abundante en condiciones de menor fragmentación, pero no fue afectado por el porcentaje de cobertura del cultivo ni por la composición de la vegetación. <i>P. melanarius</i> no fue afectado por ninguna de las variables.	Parcela	Dos años	Banks 1999
2*	Efecto de <i>Helianthus annuus</i> , <i>Carthamus tinctorius</i> , <i>Sorghum bicolor</i> , <i>Medicago sativa</i> , y <i>Lycopersicon esculentum</i> como refugios de insectos depredadores. Cada especie fue plantada en callejones dentro de cultivos de algodón (2).	Las densidades de insectos benéficos fueron mayores en el cultivo de algodón con callejones de <i>M. sativa</i> que en alguna otra de las especies.	Parcela	Tres años	Mensah 1999
3*	Evaluación de árboles en los bordes y de diferentes plantas de cobertura dentro del cultivo, como fuentes de enemigos naturales del psilido del peral (<i>Cacopsylla pyri</i>), en dos huertos de peras (2).	La composición florística de los bordes y de la cobertura del suelo abrigan diferentes comunidades de enemigos naturales.	Parcela	No disponible	Rieux et al. 1999
4	Efectos de la simplicidad estructural del paisaje agrícola sobre el control biológico de <i>Meligethes aeneus</i> (2).	La mayor simplicidad estructural correlacionó con la mayor cantidad de daño de las plantas y con la menor mortalidad causada por parasitismo. El parasitismo no se relacionó con la densidad del hospedante ni con el porcentaje de cultivo en el paisaje.	Paisaje	Comparación entre bordes de un año y seis años	Thies y Tscharrtk 1999
5	Efecto de la cantidad de bordes con árboles maderables que rodean las parcelas sobre la densidad y riqueza de insectos herbívoros en cultivos de <i>M. sativa</i> (1).	La cantidad de bordes de árboles maderables favorece la mayor riqueza pero no la mayor densidad de insectos herbívoros en las parcelas de cultivo. Cuanta mayor edad de los bordes, mayor riqueza de insectos.	Paisaje	Dos años	Holland y Fahrig 2000
6	Efecto de un corredor y cultivos de cobertura dentro de un viñedo orgánico sobre la abundancia de enemigos naturales (2).	La mayor abundancia de depredadores y menor abundancia de dos insectos plagas estuvo asociada con la presencia de cultivos de cobertura de verano y con un corredor dentro del cultivo, la abundancia disminuye al aumentar la distancia del corredor.	Paisaje	Dos años	Nicholls 2000
7	Efecto del intercultivo sobre la oviposición y comportamiento de emigración de dos polillas especialistas (1).	Una de las especies no mostró diferencias entre el monocultivo y el intercultivo, mientras que la segunda redujo la cantidad de huevos en el intercultivo.	Parcela	Un año	Asman et al. 2001
8	Efecto de la complejidad del paisaje y del cultivo sobre cinco escarabajos carábidos depredadores de áfidos en cinco granjas tradicionales y cinco orgánicas (2).	La estructura del paisaje, particularmente la relación perímetro/área de la parcela, y la diversidad del cultivo influyen en las poblaciones de insectos depredadores.	Parcela	No disponible	Osman et al. 2001
9	Efecto de la composición y edad de los bordes (hábitats estrechos y alargados) sobre insectos herbívoros y sus enemigos naturales. Se tuvieron cinco tipos de bordes que variaron en composición florística y la edad (3).	Los bordes aumentan la riqueza de artrópodos. La edad de los bordes y el tamaño de barbechos adyacentes fueron los factores que más influyeron la riqueza de artrópodos y en la relación depredador/presa.	Paisaje	Un año, se compararon bordes de uno y seis años	Denys y Tscharrtk 2002
10*	Comparación de parcelas en dos arreglos: monocultivo de pino y pino mezclado con otras especies de hoja ancha; se evaluó en el nivel de infestación por <i>Dyoryctria Sylvestrella</i> (1).	El nivel de infestación fue menor en el arreglo de pino mezclado con otras especies.	Paisaje	No disponible	Jactel et al. 2002
11*	Comparación de la incidencia de los insectos plagas <i>Lobesia botrana</i> y <i>Empoasca vitis</i> y sus enemigos naturales en granjas agroforestales tradicionales y modernas de monocultivos de vid (3).	Los monocultivos mostraron densidades más altas de los herbívoros <i>Lobesia botrana</i> y <i>Empoasca vitis</i> y un menor número de depredadores y parásitos que las granjas diversificadas.	No disponible	Dos años	Nichols y Altieri 2002
12	Efecto de la estructura de la vegetación y de la diversidad de plantas sobre una comunidad de escarabajos Scarabaeidae (2).	La estructura de la vegetación fue más importante que la diversidad taxonómica de las plantas. No se compara con agroecosistemas monoespecíficos.	Parcela	Tres años	Brose 2003
13	Impacto de la diversidad estructural del paisaje en la tasa de parasitismo sobre <i>Pseudaletia unipuncta</i> y la diversidad de parasitoides, en cultivos de maíz, durante un período de 5 años.	Los dos parasitoides más importantes respondieron diferencialmente a la misma estructura de paisaje. Mientras <i>Glyptapanteles militaris</i> estuvo presente en paisajes complejos y paisajes más simples, <i>Meteorus communis</i> se encontró principalmente en paisajes complejos. Las respuestas de una misma especie variaron entre años.	Paisaje	Cinco años, no consecutivos	Menalled et al. 2003

* Información obtenida a partir de los resúmenes de los artículos (CAB International 2003).

(1) = Estudio centrado en insectos herbívoros

(2) = Estudio centrado en artrópodos enemigos naturales de los insectos plagas.

(3) = Estudio centrado en insectos herbívoros y sus enemigos naturales.

Las medidas del efecto de la diversidad de plantas sobre los insectos y sus enemigos naturales utilizadas en los artículos seleccionados fueron: riqueza y abundancia de insectos herbívoros (Holland y Fahrig 2000); riqueza y abundancia de enemigos naturales (Mensah 1999, Banks 1999, Rieux *et al.* 1999, Nicholls 2000, Asman *et al.* 2001, Brose 2003, Mellaned *et al.* 2003); relación depredador/presa (Denys y Tschartke 2002); abundancia de herbívoros y porcentaje de parasitoidismo (Thies y Tschartke 1999, Mellaned *et al.* 2003); incidencia de insectos plagas y número de depredadores y parasitoides (Altieri y Nicholls 2002); nivel de infestación (Jactel *et al.* 2002), y condición de las poblaciones de depredadores medida a través de la longitud de los élitros, masa corporal y reserva de grasa (Ostman *et al.* 2001). El supuesto que subyace la mayoría de los estudios es que estas medidas se relacionan directamente con la mayor regulación de insectos plagas, lo que no siempre fue evaluado.

El 70% de las publicaciones revisadas obtuvieron resultados que apoyan el efecto de la mayor regulación de poblaciones de insectos plagas en agroecosistemas más diversos. Entre ellos, el estudio de Thies y Tschartke (1999) muestra que agroecosistemas con mayor complejidad estructural favorecen un mayor control de insectos plagas, pero que la edad de la vegetación de los bordes es más importante que la composición de la vegetación.

El 30% de los estudios obtuvieron resultados que no apoyan la mayor regulación de insectos plagas en agroecosistemas más diversificados (Banks 1999, Asman *et al.* 2001, Brose 2003, Mellaned *et al.* 2003) (Cuadro 1). Este porcentaje coincide con los resultados de la revisión realizada por Risch (1983), quien encontró que el 49% de agroecosistemas diversificados anuales y el 62% de los agroecosistemas diversificados perennes presentaron una menor abundancia de insectos herbívoros. Asimismo, Andow (1991), en una revisión de 209 estudios, encontró que solo un 52% de los agroecosistemas diversificados presentaron una menor población de insectos plagas y un 53% presentaron mayor abundancia de enemigos naturales.

Discusión

Todos los estudios demuestran que la diversidad de plantas en un agroecosistema afecta las poblaciones de insectos herbívoros o de sus enemigos naturales de diferentes formas, de tal modo que, generalmente — 70% de los estudios revisados en este artículo—, hay

una mayor regulación de insectos plagas en los agroecosistemas con mayor diversidad de plantas. Sin embargo, en algunos casos se obtienen resultados que no apoyan este principio general (30% de los trabajos revisados). A continuación se discuten algunos factores que podrían explicar esta situación.

Mecanismos de historia de vida de los insectos

Se refiere a las estrategias específicas que han desarrollado los insectos para explotar con éxito sus recursos y asegurar su reproducción, así como los atributos biológicos de las especies, como alta o baja movilidad, tipo de oviposición, ser generalista o especialista, entre otros. La identificación de los hospedantes por diferentes especies de insectos plagas o de sus enemigos naturales puede ser facilitada u obstaculizada por la misma vegetación (Cromartie 1975, Banks 1999). Cuando se generaliza el efecto de la diversidad de plantas, se está desconociendo que los insectos responden de manera específica, lo cual ha sido registrado en varios estudios (Bach y Tabashnik 1990, Banks 1999, Asman *et al.* 2001, Mellaned *et al.* 1999, 2003).

Un caso particularmente llamativo sobre las estrategias específicas de los insectos es el de *Pieris rapae*, lepidóptero especialista en plantas de Brassicaceae en Europa y Norteamérica. Esta especie mostró una mayor preferencia por las plantas de *Brassica oleracea* rodeadas de vegetación no hospedante cuando estaban intercaladas o rodeadas por plantas de tomate o aromáticas que cuando estaban rodeadas de otras plantas de la misma especie (Maguire 1986, Latheef y Ortiz 1983, Bach y Tabashnik 1990). Igualmente, estudios realizados sobre el tamaño de la parcela han mostrado consistentemente una mayor abundancia en parcelas pequeñas (Root y Kareiva 1984).

Una explicación propuesta para *P. rapae* es que este explota el espacio libre de enemigos naturales, los cuales buscan alimento en parcelas más grandes o en plantas de repollo rodeadas por otras de la misma especie. Algunos estudios, efectivamente, han demostrado que algunos enemigos naturales de los insectos se orientan por los olores de la planta hospedante de su presa (Fox y Eisenbach 1992, Ohsaki y Sato 1994, Tumlinson *et al.* 1993). Este lepidóptero, por el contrario, usa las plantas que son enmascaradas por la vegetación circundante. Otra explicación propuesta está relacionada con el patrón de vuelo impredecible y direccional de las hembras, que determina una oviposición mayor en plantas hospedantes aisladas

(Root y Kareiva 1984). Otras especies del género *Pieris* tienden a presentar un patrón de abundancia similar a *P. rapae* (Grez 1991, Muriel y Grez 2002).

El segundo ejemplo es un trabajo clásico sobre los efectos de la fragmentación del paisaje a pequeña escala, con el áfido *Urelocucon nigrotuberculatum*, herbívoro especialista de *Solidago*, y su depredador *Coccinella septempunctata* (Kareiva 1987). El autor estableció que la matriz o vegetación circundante interfirió con el comportamiento de agregación y búsqueda del depredador, de este modo, favoreció las poblaciones del áfido. El patrón resultante es contrario al esperado, de mayor efectividad del depredador en hábitats más diversos. Otros ejemplos y los mecanismos explicativos son citados por Trenbath (1993).

Efectos indirectos en las poblaciones de insectos herbívoros y sus enemigos naturales, mediados por el efecto de las plantas no hospedantes en la calidad del recurso

Los efectos indirectos fueron demostrados por Grez y Prado (2000, 2003) y Muriel y Grez (2002, 2003), quienes encontraron que dos tipos de vegetación circundante (*Medicago sativa* y *Allium puerrum*) incidieron diferencialmente sobre la abundancia de tres lepidópteros, del áfido *Brevicoryne brassicae* y sus depredadores en parcelas de brócoli (*B. oleracea* var. *Italica*). Todos los insectos fueron menos abundantes en las parcelas rodeadas por alfalfa que en las rodeadas por puerro, lo que fue explicado por un efecto diferencial de la vegetación circundante sobre el tamaño y desarrollo de las plantas de brócoli y los gradientes de temperatura diferenciales en las parcelas.

Estos estudios sugieren que el tipo de sistema establecido, es decir las especies de plantas elegidas, pueden afectar diferencialmente las condiciones microclimáticas del sistema, los niveles de estrés y de competencia de las plantas asociadas y, de manera indirecta, se afecta la calidad del recurso para los insectos plagas y sus enemigos naturales (Vandermeer 1989, Trenbath 1993, Landis *et al.* 2000).

El paisaje circundante, la escala espacial de los agroecosistemas y la escala temporal considerada en los estudios son relevantes

La visión de los agroecosistemas desde la perspectiva del paisaje aporta nuevos elementos de análisis para mejorar la comprensión de los procesos que determinan la distribución y abundancia de los insectos (y, en un sentido más amplio, de los organismos) dentro de

los agroecosistemas. Los trabajos presentados en el Cuadro 1 que consideraron otros componentes del paisaje circundante, más allá de la parcela, encontraron efectos sobre las poblaciones de insectos plagas y sus enemigos naturales presentes en los agroecosistemas (Thies y Tschardtke 1999, Nicholls 2000, Holland y Fahrig 2000, Denys y Tschardtke 2002) (Cuadro 1).

La consideración de los agroecosistemas desde un nivel jerárquico superior, vinculando componentes del paisaje, puede ayudar a explicar por qué se obtienen resultados variables cuando se estudian las mismas plantas incluidas en el agroecosistema y las mismos insectos plagas, tal como ha sido descrito por algunos autores (Vandermeer 1989, Andow 1991). Asimismo, la inclusión explícita de la escala espacial en los estudios permite afrontar la dificultad de extrapolar resultados de una escala a otra; por ejemplo, es relativamente frecuente realizar estudios en parcelas cuya área es de metros cuadrados y hacer recomendaciones a partir de ellos para parcelas de cientos de hectáreas (Kogan y Shenk 2002). Sobre la escala espacial, Kattan y Murcia (2003) proponen que los efectos de la fragmentación de bosques sobre las poblaciones naturales deben ser analizados considerando la interacción entre dos dominios de escala: la escala en la cual opera la fragmentación y la escala en la cual las especies responden a los cambios de hábitat. Este enfoque puede ser considerado en los estudios de agroecosistemas, relacionando explícitamente la escala a la cual se tiene un arreglo de cultivos, lo cual puede significar salir de los límites del predio y observar los de la región, y la escala a la cual responden los insectos plagas y sus enemigos naturales.

Sobre la escala temporal, algunos estudios han encontrado diferencias en las abundancias de insectos entre la primera y segunda generación (Holland y Fahrig 2000, Grez y Prado 2000), lo que demuestra que las conclusiones podrían variar en función de la duración del estudio. El tiempo de establecimiento de la vegetación no hospedante en el agroecosistema o en el paisaje circundante podría ser incluso más determinante que la composición florística misma (Thies y Tschardtke 1999, Holland y Fahrig 2000, Denys y Tschardtke 2002), lo que probablemente se relacione con los tiempos de respuesta de las especies de artrópodos en cuanto a su establecimiento, reacción a cambios en el sistema y eficiencia en la explotación de sus recursos.

En la Fig. 1 se propone un esquema hipotético

de posibles respuestas de las poblaciones. Cada punto muestra un resultado específico, que es función de la dimensión temporal del estudio, la dimensión espacial (incluyendo escala y heterogeneidad) y los atributos específicos de las especies para percibir y responder a las modificaciones de su hábitat. En la situación (a) de la figura podría ubicarse, por ejemplo, el trabajo de Holland y Fahrig (2000), que encuentra diferentes respuestas en el primer y el segundo año. En la situación (b) podrían ubicarse aquellos estudios similares en cuanto al arreglo de las plantas en el sistema y en los tiempos de evaluación, pero que están ubicados en paisajes o escalas espaciales diferentes.

Finalmente, es importante responder la pregunta inicial: ¿Puede asumirse que la diversidad de plantas es una estrategia inequívoca para la regulación de los insectos plagas? El análisis de los trabajos experimentales revisados demuestra que bajo la denominación del efecto de la diversidad de plantas como estrategia de control de insectos plagas se incluye un amplio abanico de variables, de sistemas de estudio, de escalas espacial y temporal, que dificultan las generalizaciones. Aunque un alto porcentaje de estudios sugiere que la diversidad de plantas podría ser una estrategia para la regulación de los insectos plagas, los resultados están influenciados por la operación simultánea de otras variables además de los efectos directos de la diversidad de plantas sobre la

modificación del hábitat, disponibilidad de alimento para los enemigos naturales, la interferencia o facilitación de búsqueda y encuentro del hospedante por los insectos, los cuales han sido ampliamente documentados (Trenbath 1993, Wratten y Van Emden 1995, Landis *et al.* 2000, Nicholls y Altieri 2002). Por tanto, la hipótesis del efecto de la diversidad de plantas sobre los insectos plagas y sobre sus enemigos naturales debe ser monitoreada y contextualizada en cada situación específica.

Las respuestas de las especies, entre ellas las de los insectos, a la estructura de la vegetación son específicas y no es posible hacer extrapolaciones simples sobre el efecto de la diversificación de hábitats o de otras variables; esto se ha encontrado consistentemente tanto en sistemas de importancia agrícola como en sistemas naturales, con otras especies de interés desde el punto de vista de la conservación (Verkerk *et al.* 1998, Banks 1999, Kattan y Murcia 2002).

Es importante evaluar el efecto de la diversidad de plantas con respecto a la producción de un cultivo de interés y de los insectos plagas de mayor importancia económica, porque de lo contrario se podrían cometer errores graves que afecten los rendimientos del cultivo. Por otro lado, es necesario considerar que la interacción insecto presa – depredador es dinámica en el tiempo y en el espacio y que los resultados obtenidos en una escala espacial no siempre pueden extenderse a otra (Wiens 1995).

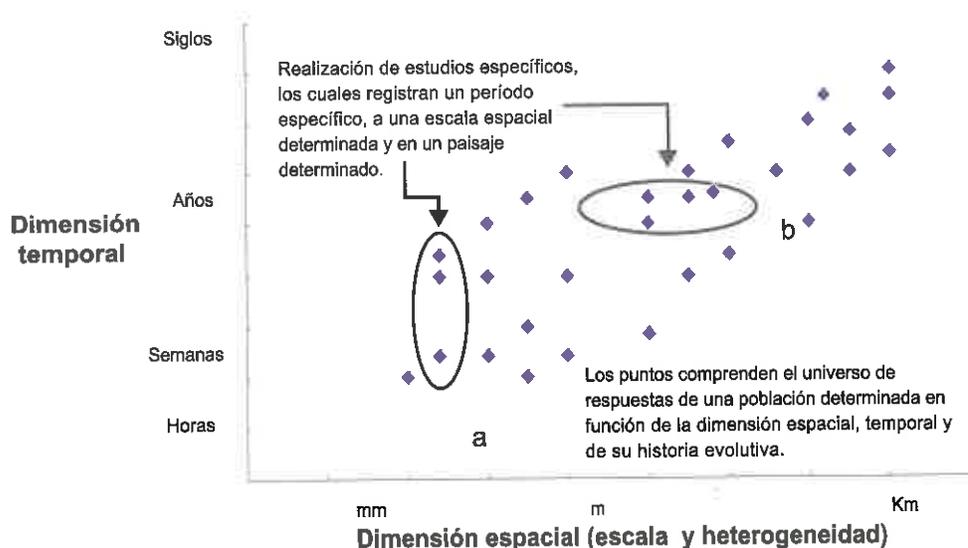


Figura 1. Ejemplo hipotético de respuestas de los insectos en función de la dimensión temporal del estudio, la dimensión espacial (incluyendo escala y heterogeneidad) y los atributos específicos de las especies para percibir y responder a las modificaciones de su hábitat. (a) Tres estudios que encuentran resultados diferentes; aunque fueron realizados a la misma escala espacial su escala temporal es diferente. (b) Resultados diferentes, influenciados por paisajes circundantes diferentes, realizados en la misma escala temporal.

Conclusiones

La diversidad en los agroecosistemas integra diferentes variables, entre ellas la diversidad florística, la complejidad estructural, la abundancia relativa de las plantas y la edad de la vegetación. Bajo el tema de diversidad de plantas y respuestas de los artrópodos, se estudia una gran amplitud de sistemas y de procesos ecológicos, lo que dificulta su comparación, tal como fue sugerido por Andow (1991). Los efectos de la diversidad sobre las poblaciones de insectos plagas y sus enemigos naturales son dependientes de la escala espacial y temporal considerada en el estudio.

La diversidad de plantas en los agroecosistemas constituye una estrategia socioeconómica favorable para los productores, particularmente los pequeños productores, quienes disminuyen su vulnerabilidad a los cambios del mercado al diversificar sus ingresos económicos. La gran diversidad de plantas en los agroecosistemas se ha usado como un indicador de su sustentabilidad, debido a la oferta de los servicios ecológicos que se obtienen como consecuencia de una mayor regulación interna del sistema, mejoramiento de las propiedades físico-químicas del suelo y la menor vulnerabilidad a los brotes de plagas (Altieri 1999, Rämert *et al.* 2000, Smith *et al.* 2000, Nicholls y Altieri 2002). Sin embargo, esta no debe ser asumida como un postulado inequívoco en cuanto a estrategia de con-

trol de plagas. Este tema ha sido muy discutido, pero aún no se ha explicado y vinculado de manera contundente la evidencia experimental que no apoya este postulado.

El control biológico se ha desarrollado en gran medida por el uso y aumento numérico de los controladores naturales como insumos. Este desarrollo aún no ha integrado el efecto de la vegetación y el diseño de los agroecosistemas como un control natural efectivo, lo que se demuestra en el reducido número de publicaciones experimentales relacionadas con el tema. Los avances recientes en la teoría ecológica sugieren la importancia de considerar los agroecosistemas desde la perspectiva del paisaje y de incorporar explícitamente la escala espacial y temporal en los estudios.

Estos nuevos elementos podrían constituir nuevas ventanas explicativas para mejorar nuestra comprensión de los agroecosistemas, tema particularmente relevante en la región tropical, donde los agroecosistemas diversificados son frecuentes pero hay un bajo número de publicaciones de estudios realizados allí.

Agradecimientos

La elaboración de este manuscrito fue posible gracias a la beca de estudio dada por WWF a S. Muriel y a la Fundación EcoAndina. Los autores agradecen a J. Montoya-Lerma, quien hizo una lectura crítica de la versión preliminar de este ensayo.

Literatura citada

- Altieri, MA. 1997. Agroecología Bases científicas para una agricultura sostenible. CLADES, CIED, Secretariado Rural Perú - Bolivia, Lima. p. 371-390.
- Altieri, MA. 1999. The ecological role of biodiversity in agroecosystems. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 74:19-31.
- Asman, K; Ekbohm, B; Romert, B. 2001. Effect of intercropping on oviposition and emigration behavior of the leek moth (*Lepidoptera: Acrolepiidae*) and diamondback moth (*Lepidoptera: Plutellidae*). *Environmental Entomology* 30:288-294.
- Andow, D. 1991. Vegetational diversity and arthropod population response. *Annual Review of Entomology* 36:561-586.
- Bach, C. 1988a. Effect of host plant patch size on herbivore density: Patterns. *Ecology* 69:1090-1102.
- _____. 1988b. Effect of host plant patch size on herbivore density: Underlying mechanisms. *Ecology* 69:1103-1117.
- _____; Tabashnick, B. 1990. Effects of nonhost plant neighbors on population densities and parasitism of the diamondback moth (*Lepidoptera: Plutellidae*). *Environmental Entomology* 19:987-994.
- Banks, J. 1999. Differential response of two agroecosystem predators, *Pterostichus melanarius* (*Coleoptera: Carabidae*) and *Coccinella septempunctata* (*Coleoptera: Coccinellidae*) to habitat - composition and fragmentation - scale manipulations. *The Canadian Entomologist* 131:645-657.
- Brose, U. 2003. Bottom-up control of carabid beetle communities in early successional wetlands: mediated by vegetation structure of plant diversity? *Oecologia* 135:407-413.
- Coll, M; Bottrell, D. 1994. Effects of nonhost plants on an insect herbivore in diverse habitats. *Ecology* 75:723-731.
- Cortez, H; Trujillo, J. 1994. Incidencia del gusano cogollero y sus enemigos naturales en tres agroecosistemas de maíz. *Turrialba* 44:1-9.
- Cromartie, W. 1975. Background on the colonization of cruciferous plants by herbivorous insects. *Journal of Applied Ecology* 12:517-533.
- Denys, C; Tschardtke, T. 2002. Plant-insect communities and predator-prey ratios in field margin strips, adjacent crop fields and fallows. *Oecologia* 130:315-324.
- Fox LR, J. 1992. Contrary choices: possible exploitation of enemy-free space by herbivorous insects in cultivated vs. wild crucifers. *Oecologia* 89:574-579.
- Gliessman, SR; Altieri, MA. 1982. Polyculture cropping has advantages. *California Agricultura* 36:14-16.
- Grez, AA. 1991. Concentración de recursos: efecto del tamaño del parche sobre la densidad de insectos herbívoros. Tesis de Magíster. Santiago, CH, Universidad de Chile. 102 p.
- _____; Prado, E. 2000. Effect of plant patch shape and surrounding vegetation on the dynamics of predatory coccinellids and their prey *Brevicoryne brassicae* (*Hemiptera: Aphididae*). *Environmental entomology* 29:1244-1250.

- Holland, J; Fahrig, L. 2000. Effect of woody borders on insect density and diversity in crop fields: a landscape-scale analysis. *Agriculture, Ecosystem and Environment* 78:115-122.
- Hunter, M. 2002. Landscape structure, habitat fragmentation and the ecology of insects. *Agricultural and Forest Entomology* 4:159-166.
- Jactel, H; Goulard, M; Menassieu, P; Goujon, G. 2002. Habitat diversity in forest plantations reduces infestations of the pine stem borer *Dioryctria sylvestrella*. *Journal of Applied Ecology* 39: 618-628 (resumen en CAB International 2003).
- Kareiva, P. 1997. Habitat fragmentation and the stability or predator-prey interactions. *Nature* 326:388-390.
- Kattan, GH; Murcia, C. 2003. A review and synthesis of conceptual frameworks for the study of forest fragmentation. In Bradshaw, G; Marquet, P. eds. *How landscapes change: Human disturbance and ecosystem disruptions in the Americas*. Berlin, Springer-Verlag. p. 183-200.
- Kogan M; Shenk M. 2002. Conceptualización del manejo integrado de plagas en escalas espaciales y niveles de integración más amplios. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología* 65: 34-42.
- Landis, D; Wratten, S; Gurr, G. 2000. Habitat management to conserve natural enemies of arthropod pests in agriculture. *Annual Review of Entomology* 45:175-201.
- Latheef, M; Ortiz, H. 1983. Influence of companion plants on oviposition of imported cabbageworm, *Pieris rapae* (Lepidoptera: Pieridae), and cabbage looper, *Trichoplusia ni* (Lepidoptera: Noctuidae), on collard plants. *The Canadian Entomologist* 11:1529-1531.
- Maguire, L. 1984. Influence of surrounding plants on densities of *Pieris rapae* (L) eggs and larvae (Lepidoptera: Pieridae) on collards. *Environmental Entomology* 13:464-468.
- Menalled, F; Marino, P; Gace, S; Landis, D. 1999. Does agricultural landscape structure affect parasitism and parasitoid diversity? *Ecological Applications* 9:634-641.
- _____; Costagna, A; Marino, P; Landis, D. 2003. Temporal variation in the response of parasitoids to agricultural landscape structure. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 96:29-35.
- Mensah RK. 1999. Habitat diversity: implications for the conservation and use of predatory insects of *Helicoverpa* spp. in cotton systems in Australia. *International Journal of Pest Management* 45: 91-100. (resumen en CAB International 2003).
- Muriel, S; Grez, AA. 2002. Effect of plant patch shape on the distribution and abundance of three lepidopteran species associated with *Brassica oleracea*. *Agricultural and Forest Entomology* 4:179-185.
- _____; Grez, AA. 2003. Abundancia y parasitoidismo de *Plutella xylostella* L (Lepidoptera: plutellidae) en parches de *Brassica oleracea* con diferente forma y vegetación circundante. *Actualidades Biológicas* 25:99-103.
- Nicholls, C. 2000. Manejo de biodiversidad vegetal y el control biológico de insectos-plaga: caso de un viñedo orgánico. *Revista Facultad Nacional de Agronomía* 53:985-1009.
- _____; Altieri, MA. 2002. Biodiversidad y diseño agroecológico: un estudio de caso de manejo de plagas en viñedos. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología* 65:50-64.
- Ohsaki, N; Sato, Y. 1994. Food plant choice of *Pieris* butterflies as a trade-off between parasitoid avoidance and quality of plants. *Ecology* 75:59-68.
- Ostman, O; Ekbon, B; Bengtsson, B; Weibull, AC. 2001. Landscape complexity and farming practice influence the condition of polyphagous carabid beetles. *Ecological Applications* 11:480-488.
- Rämert, B; Lennartsson, M; Davies, G. 2002. The use of mixed species cropping to manage pest and diseases - theory and practice. In Powell, J. eds. *UK organic research 2002: Proceedings of the COR Conference*. Aberystwyth, UK. p. 207-210.
- Risch, SJ. 1980. Fewer beetle pests on beans and cowpeas interplanted with banana in Costa Rica. *Turrialba* 32:210-212.
- _____. 1981. Insect herbivore abundance in tropical monocultures and polycultures: an experimental test of two hypotheses. *Ecology* 62:1325-1340.
- _____; Andow, D; Altieri, M. 1983. Agroecosystem diversity and pest control: Data, tentative conclusions and new research directions. *Environmental Entomology* 12:659-629.
- Rieux, R; Simon, S; Defrance, H. 1999. Role of hedgerows and ground cover management of arthropod populations in pear orchards. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 73: 119 - 127 (resumen en CAB international 2003).
- Root, R; Kareiva, P. 1984. The search for resources by cabbage butterflies (*Pieris rapae*): ecological consequences and adaptive significance of markovian movements in a patchy environment. *Ecology* 65:147-165.
- Siesmann, E, Tilman, D, Haarstad, J, Ritche, M. 1998. Experimental test of the dependence of arthropod diversity on plant diversity. *The American Naturalist* 152:739-750.
- Smith, O; Petersen, G; Needelman, B. 2000. Environmental indicators of agroecosystems. *Advances in Agronomy* 69:75-97.
- Thies, C; Tschardtke, T. 1999. Landscape structure and biological control in agroecosystems. *Science* 285:893-895.
- Trenbath, BR. 1993. Intercropping for the management of pest and diseases. *Field Crops Research* 34:381-405.
- Tumlinson, J; Lewis, WJ; Vet, L. 1993. How parasitic wasps find their hosts. *Scientific American* 46-52.
- Vandermeer J. 1989. *The ecology of intercropping*. Great Britain, Cambridge University Press. 237 p.
- Verkerk, RH; Leather, SR; Wright, DJ. 1998. The potential for manipulating crop-pest-natural enemy interactions for improved insect pest management. *Bulletin of Entomological Research* 88:493-501.
- Wiens, JA. 1995. Landscapes mosaics and ecological theory. In Hansson, L; Fahrig, L; Merriam, G. eds. *Mosaic landscapes and ecological processes*. London, UK, Chapman and Hall. p. 1-26.
- Wratten, SD; Van Emden, HF. 1995. Habitat management for Enhanced activity of natural enemies of insect pest. In Gien, DM; Greaves, MP; Anderson, HM. eds. *Ecology and integrated farming systems*. p. 117-145.
- Zuñiga, V; Mantilla, G; Raigosa, J de D. 1981. Factibilidad agro-nómica y entomológica de la siembra intercalada de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) y frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). *Acta Agronómica* 31:67-77.

Seleção de colônias de *Beauveria bassiana* resistentes a produtos fitossanitários

Ricardo S. Cavalcanti¹
Alcides Moino Jr.^{1,2}
Giselle C. Souza¹
Alex S. M. Duarte¹

RESUMEN. La resistencia a los productos fitosanitarios sintéticos frecuentemente aplicados en el combate de plagas y enfermedades ocurre en diversos organismos, como hongos, insectos y ácaros. Los hongos entomopatógenos pueden ser seleccionados para la resistencia a los productos fitosanitarios, a través de la presión de selección por la exposición sucesiva a los mismos, lo cual posibilita que ambos tipos de combate (químico y biológico) sean utilizados en un mismo ambiente para controlar plagas y enfermedades. Los objetivos de este trabajo fueron seleccionar colonias del hongo *Beauveria bassiana* resistentes a los productos fitosanitarios fenpropatrina (Meothrin®) e iprodione (Rovral®), que causan efectos fungistáticos sobre el patógeno, así como evaluar el desarrollo del hongo seleccionado una vez suspendida la presión de selección por la adición de los mismos. El hongo fue reproducido en un medio con los productos, hasta igualarse al tratamiento testigo en el crecimiento vegetativo y la esporulación, y se evaluaron la germinación (prueba de viabilidad) y la patogenicidad sobre *Galleria mellonella*. Tras la selección del material resistente, se evaluó el desarrollo de *B. bassiana* en un medio de cultivo libre de productos químicos. La resistencia del hongo fue obtenida solamente para la fenpropatrina, después de tres aplicaciones sucesivas en un medio con el producto. El material resistente no alteró su desarrollo cuando fue inoculado en un medio exento del producto químico, lo cual indica la posibilidad de reproducir el hongo en un medio artificial tras su selección para resistencia a un producto fitosanitario, posibilitando su utilización conjunta.

Palabras clave: Hongo entomopatógeno, compatibilidad, resistencia, control microbiano.

ABSTRACT. Selection of pesticide-resistant *Beauveria bassiana* colonies. Resistance to frequently applied synthetic pesticides is common in several pests, such as fungi, insects and mites. Entomopathogenic fungi can be selected for resistance to pesticides through selection pressure exerted through successive exposure to these products. We selected *Beauveria bassiana* colonies resistant to fenproprathrin (Meothrin®) and iprodione (Rovral®), which show fungistatic properties on the pathogen, through successive inoculations in a medium containing these chemicals. The development patterns of the fungus were also evaluated after the selection pressure was eliminated. The fungus was inoculated several times in a PDA medium containing the chemicals until no differences were detected with the control treatment in vegetative and spore growth. *B. bassiana* was then evaluated for germination (viability test) and pathogenicity on *Galleria mellonella*. After the resistant material was selected, it was evaluated in a chemicals-free medium. A resistant colony was obtained only for fenproprathrin, after three successive inoculations. There was no change in the development parameters of the resistant material when inoculated in a medium without the pesticide, which suggests the possibility of reproducing the fungus in an artificial medium after the selection for pesticide resistance.

Key words: Entomopathogenic fungi, compatibility, resistance, microbial control.

¹ Departamento de Entomologia - UFLA, C. P. 37 - CEP: 37200-000 - Lavras, MG, Brasil. rscavalcanti@yahoo.com.br

² alcmoino@ufla.br

Introdução

A resistência de muitos organismos aos produtos fitossanitários sintéticos geralmente ocorre em resposta ao uso constante destes produtos, aplicados indiscriminadamente, resultando em aumento das populações de pragas e doenças no campo, contaminação dos alimentos, animais e reservas hídricas, causando graves desequilíbrios e dificultando o controle destes organismos. A pressão de seleção exercida pelos inseticidas ocorre em insetos-praga, como também pode ocorrer em populações de organismos benéficos, como os inimigos naturais das pragas, que podem ser selecionados pela sucessão de aplicações de produtos fitossanitários empregados pelos agricultores no campo, sendo eliminados os indivíduos mais sensíveis aos produtos (Rosenheim & Hoy 1986). Dentre os inimigos naturais que podem ser prejudicados pelos produtos químicos estão os fungos entomopatogênicos. A grande diversidade das populações de fungos e sua intensa capacidade de multiplicação fornecem uma ampla oportunidade para a seleção de linhagens resistentes. Assim, numa população sensível a um determinado produto, colônias com menor sensibilidade se propagam devido à mutação ou outro mecanismo de variabilidade encontrado nos seres vivos (Ghini & Kimati 2000).

Os objetivos do presente estudo foram selecionar colônias do fungo *B. bassiana* resistentes aos produtos fitossanitários iprodione e fenpropatrina, que causam efeitos fungistáticos a fungos entomopatogênicos (Loureiro 2002, Cavalcanti *et al.* 2002); e avaliar o desenvolvimento do material fúngico selecionado quando cessada a pressão de seleção, visando uma possível utilização deste fungo para a produção em maior escala. Assim, este patógeno poderá ser utilizado como bioinseticida em agroecossistemas que utilizem os produtos fitossanitários sintéticos.

Material e métodos

Foram utilizados os produtos fitossanitários iprodione e fenpropatrina, recomendados para as culturas da alface e do crisântemo (Tabela 1), com ação fungistática sobre fungos entomopatogênicos, segundo resultados relatados por Loureiro (2002) e Cavalcanti *et al.* (2002).

Foi utilizado o isolado UFLA - 4 do fungo entomopatogênico *B. bassiana*, armazenado no Banco de Patógenos do Laboratório de Patologia de Insetos (Departamento de Entomologia, UFLA), proveniente de isolamento de uma coleobroca (Coleoptera: Cerambycidae), que foi inoculado em placas de Petri contendo meio BDA (batata-dextrose-ágar) e incubado em câmara climatizada a uma temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$; UR = $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas por 15 dias, até a plena esporulação, sendo os conídios utilizados durante os experimentos.

Seleção de colônias de *Beauveria bassiana* resistentes aos produtos fitossanitários e suspensão da pressão de seleção

Para o estudo de seleção de colônias resistentes do isolado UFLA-4, foram avaliados, inicialmente, o crescimento vegetativo e a esporulação para, posteriormente, serem realizados os testes de viabilidade e patogenicidade apenas com o material resistente selecionado. Após obtenção das colônias do fungo *B. bassiana* resistentes, o material foi repicado em meio BDA sem adição de produtos químicos, sendo avaliado o retorno às suas características iniciais de germinação, crescimento vegetativo, esporulação e patogenicidade, ou a manutenção das características após seleção do material, sendo utilizada a mesma metodologia para as colônias resistentes e quando suspendida a seleção artificial.

Tabela 1. Produtos fitossanitários utilizados nos experimentos e registrados para as culturas da alface e crisântemo (AGROTIS 2000).

Nome		Formulação	Uso ^z	Grupo químico	Concentração média (ha) ^y
Técnico	Comercial				
Iprodione	Rovral®	500 SC	F	Dicarboxina	150 mL/100 L
Fenpropatrina	Meothrin®	300 CE	A/I	Éster piretróide	30 mL/100 L

^z A = acaricida; I = inseticida; F = fungicida. ^y Concentração média recomendada.

Avaliação do crescimento vegetativo e esporulação

O fungo *B. bassiana* foi inoculado em placas de Petri com meio BDA acrescido dos produtos fitossanitários em proporções correspondentes às concentrações recomendadas, em três pontos equidistantes por placa. Após 10 dias de incubação das colônias em câmara climatizada à temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$, fotofase de 12 h e UR igual a $70 \pm 10\%$, 10 colônias foram selecionadas aleatoriamente, por tratamento, e medidas com o auxílio de uma régua, em dois sentidos ortogonais, sendo mensurado o diâmetro médio das mesmas. Em seguida, estas colônias foram raspadas com auxílio de um bisturi flambado e cada colônia foi transferida para um tubo de ensaio, ao qual foi adicionado 10 mL de água destilada esterilizada (ADE) + espalhante adesivo Tween[®] 80, para quantificação dos conídios em câmara de Neubauer. Os dados foram submetidos à análise de variância e teste de Tukey ($P < 0,05$) para comparação entre as médias.

O fungo foi repicado em meio de cultura BDA contendo os produtos fenpropratrina, iprodione e a testemunha no meio sem adição dos produtos, até serem obtidas colônias semelhantes à testemunha, com relação ao diâmetro médio das colônias e número médio de conídios produzidos por colônia. Para cada repicagem, foram retiradas estruturas fúngicas da colônia precedente, com auxílio de uma alça de platina, como também no tratamento testemunha, para evitar um possível erro de comparação, devido à perda de virulência do patógeno, pelo fato de ocorrerem muitas repicagens sobre o meio de cultura.

Após o desenvolvimento do fungo sob pressão de seleção dos produtos fitossanitários, quando o crescimento vegetativo e a esporulação das colônias selecionadas igualaram-se à testemunha, foram feitos os testes de viabilidade dos conídios do material resistente, como também o mesmo teste para os conídios do material fúngico obtido depois de cessada a pressão de seleção exercida pelos produtos fitossanitários adicionados ao meio de cultura.

Avaliação da germinação dos conídios

As colônias foram raspadas da superfície do meio de cultura e os conídios transferidos para tubos de ensaio contendo ADE + espalhante adesivo. Preparou-se uma suspensão de conídios que foram cultivados sobre o meio BDA contendo os produtos fitossanitários e uma suspensão dos conídios que foram produzidos em meio sem adição de produtos

(Testemunha), para efeito de comparação. As suspensões foram calibradas a 10^7 conídios/mL. Em seguida, uma alíquota de 0,1 mL de cada suspensão foi inoculada em quatro placas de Petri (0,1 mL/placa) contendo uma fina camada de meio de cultura BDA, espalhando-se a mesma com auxílio de alça de Drigalsky. As placas foram mantidas em câmara climatizada BOD à temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$, fotofase de 12 h e UR de $70 \pm 10\%$, por 20 horas. Após este período, foi quantificada a porcentagem de conídios germinados sob microscópio óptico (aumento de 400x) (cinco campos por placa de Petri), sendo esta metodologia adaptada de Neves *et al.* (2001).

Os dados obtidos foram transformados por arcosen raiz ($x/100$) e submetidos à análise de variância e teste de Tukey ($P < 0,05$) para comparação entre as médias.

Bioensaios de patogenicidade

Foram realizados bioensaios sobre insetos-teste com o material fúngico resistente selecionado e com o fungo obtido após suspensão da pressão de seleção pelos produtos fitossanitários.

As colônias foram raspadas da superfície do meio de cultura e transferidas para tubos de ensaio, aos quais foram adicionados 10 mL de ADE + espalhante adesivo, sendo esta a suspensão original. Desta suspensão foi calibrada uma suspensão de 10^8 conídios/mL, dos materiais fúngicos resistentes selecionados e dos submetidos à suspensão da pressão de seleção, e da testemunha para posterior aplicação/inoculação no bioensaio com larvas da traça-dos-favos *Galleria mellonella* (Lepidoptera: Pyralidae).

Foram colocadas 10 larvas de *G. mellonella* em placa de Petri com papel de filtro esterilizado, por repetição, sendo o experimento constituído de três tratamentos com cinco repetições, totalizando 50 larvas por tratamento. As larvas foram pulverizadas com auxílio de um pulverizador manual ligado a um compressor de ar, com as suspensões preparadas anteriormente.

Os 10 insetos de cada repetição, contidos no interior das placas de Petri, foram pulverizados com 1,5 mL da suspensão do fungo resistente aos produtos fitossanitários, do fungo produzido sobre o meio BDA sem adição de produto químico e os insetos do tratamento testemunha foram pulverizados com ADE + espalhante adesivo. No bioensaio das colônias resistentes selecionadas submetidas à suspensão da pressão de seleção, os insetos foram pulverizados com

1,5 mL da suspensão (10^8 conídios/mL) do fungo resistente inoculado em meio BDA isento de produtos fitossanitários, com o fungo produzido em meio de cultura sem adição de produtos e a testemunha com ADE + espalhante adesivo.

As placas de Petri foram mantidas em câmara climatizada a uma temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$, fotofase de 12 horas e UR igual a $70 \pm 10\%$. A dieta artificial (modificada de Parra 1998) para alimentação das larvas foi introduzida nas placas a cada dois dias. As avaliações foram realizadas diariamente. Após a mortalidade das larvas, estas foram desinfestadas superficialmente e então deixadas em câmara úmida para observação da confirmação da mortalidade por meio da conidiogênese do fungo nos cadáveres dos insetos.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e teste de Tukey ($P < 0,05$) para comparação entre as médias. Os dados da mortalidade confirmada acumulada após 10 dias da inoculação foram submetidos à análise de Probit para determinação dos tempos letais médios (TL_{50}).

Resultados e discussão

Seleção de colônias de *Beauveria bassiana* resistentes aos produtos fitossanitários

Houve diferenças significativas entre todos os tratamentos na primeira repicagem, quando comparados com a testemunha, sendo que o produto iprodione foi o menos compatível, no qual o fungo apresentou o menor crescimento vegetativo e a menor quantidade de conídios produzidos (Figs. 1 e 2).

Na segunda repicagem das colônias no meio de cultura contendo produtos fitossanitários (Figs. 1 e 2) houve um aumento no número de conídios produzidos no tratamento fenpropratrina, igualando-se à testemunha. Iprodione foi diferente da testemunha, com aumento no diâmetro da colônia e na produção de conídios do patógeno em relação à primeira inoculação, sugerindo um aumento das colônias resistentes a este produto. O tratamento fenpropratrina, mesmo igualando-se à testemunha com relação à esporulação, apresentou diferenças no diâmetro das colônias.

Na terceira avaliação das variáveis crescimento vegetativo e esporulação, após transferência de propágulos do fungo obtidos na segunda repicagem e crescimento das colônias do mesmo, verificou-se, através da análise de variância dos dados (Figs. 1 e 2), a ausência de diferença entre os tratamentos fen-

propratrina e testemunha para crescimento vegetativo e esporulação.

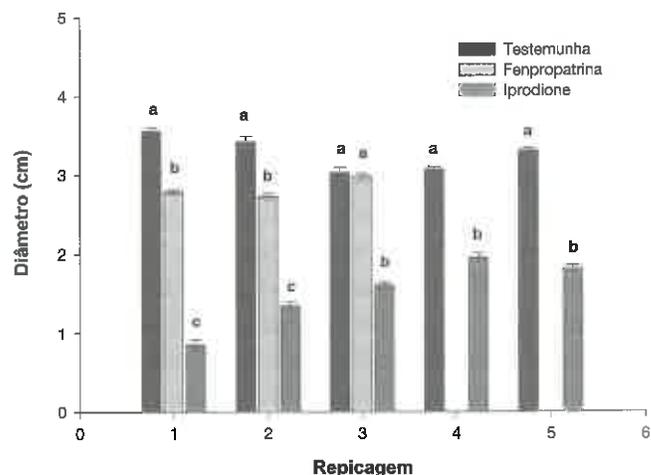


Figura 1. Crescimento vegetativo médio de colônias do fungo *Beauveria bassiana* (isolado UFLA-4) submetidas aos produtos fenpropratrina e iprodione em meio BDA.

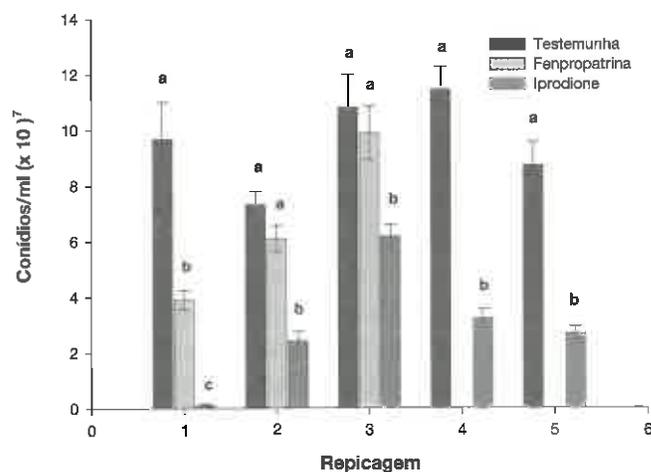


Figura 2. Esporulação média de colônias do fungo *Beauveria bassiana* (isolado UFLA-4) submetidas aos produtos fenpropratrina e iprodione em meio BDA.

O resultado na terceira repicagem permitiu a escolha deste material para realização do teste de germinação dos conídios e do bioensaio de patogenicidade sobre larvas da traça-dos-favos *G. mellonella*. Por outro lado, o tratamento iprodione apresentou diferença da testemunha, após a terceira inoculação do fungo em meio contendo este produto (Figs. 1 e 2). Mesmo assim, ocorreu maior crescimento vegetativo das colônias e uma maior esporulação do fungo, quando comparados com as avaliações anteriores no tratamento iprodione; desta forma, esse material da terceira avaliação foi repicado mais uma vez.

Pelos resultados do fungo *B. bassiana* repicado pela quarta vez no meio contendo o fungicida iprodione, comparado com sua testemunha, também repicada pela quarta vez consecutiva em meio isento de produtos fitossanitários (Figs. 1 e 2), o fungicida iprodione continuou afetando o crescimento da colônia do fungo e sua esporulação, ocorrendo diferença do tratamento testemunha, sendo que, nesta avaliação, ocorreu decréscimo na esporulação e um pequeno acréscimo no crescimento vegetativo do fungo em comparação com a inoculação precedente. Apesar de ter ocorrido uma redução na esporulação, resolveu-se inocular o fungo por mais uma vez para avaliar o seu desenvolvimento comparado com a testemunha.

Na quinta repicagem (Figs. 1 e 2) houve diferença entre os tratamentos iprodione e testemunha no crescimento vegetativo e na esporulação. Nesta avaliação, foi observado declínio no crescimento vegetativo quando comparado com a quarta repicagem, decidindo-se pela não continuidade nas avaliações do desenvolvimento do patógeno no meio de cultura contendo o produto iprodione.

O efeito de iprodione sobre *B. bassiana* revela maior mortalidade de conídios do patógeno do que conídios manifestando resistência a este produto fitossanitário, com atuação do fungicida em alguma das etapas do metabolismo fúngico. Mudanças genéticas que resultam na resistência de um patógeno a fungicidas ocorrem com maior facilidade com compostos que atuam primariamente em um ou poucos passos do metabolismo da célula do fungo do que com produtos que interferem em muitos passos do processo metabólico (Ghini & Kimati 2000). Supõe-se ter sido o ocorrido com o fungicida iprodione em relação a *B. bassiana* por ser esta uma molécula produzida para atuar em fungos fitopatogênicos causadores de doenças em plantas. Esta suposição também pode ser estendida para o acaricida fenpropatrina, que é um produto produzido para afetar ácaros; possivelmente este não interferiu em várias etapas do processo metabólico de *B. bassiana*. Resultados diferentes foram encontrados por Shapiro-Ilan *et al.* (2002), onde o isolado GHA exibiu elevada resistência fungicida através de seleção artificial aos produtos dodine, fenbuconazole e hidróxido de trifeniltina.

As publicações a respeito da resistência de fungos entomopatogênicos a produtos fitossanitários sintéticos são ainda incipientes destacando-se o trabalho de

Shapiro-Ilan *et al.* (2002). Inglis *et al.* (1999) utilizaram técnicas de engenharia genética para a obtenção de linhagens de *Paecilomyces* spp. resistentes ao fungicida benomil. Técnicas mais simples, como a exposição do microrganismo de forma sucessiva a determinado agente mutagênico, também foram utilizadas, como no trabalho de Paccola-Meirelles *et al.* (1997), que obtiveram linhagens de *M. anisopliae* resistentes à radiação ultravioleta, importante agente de degradação de estruturas fúngicas no ambiente.

No caso de outros organismos benéficos, existem informações sobre ácaros (Kennett 1970), insetos (Pielou & Glasser 1952, Grafton-Cardwell & Hoy 1986), além de fungos fitopatogênicos que adquirem resistência a produtos químicos (Reis *et al.* 1997, Canteri *et al.* 1998). Da mesma maneira como ocorre a resistência dos fungos fitopatogênicos aos fungicidas, os fungos entomopatogênicos poderão também resistir aos produtos fitossanitários sintéticos aplicados. Estudos dessa natureza permitem selecionar fungos resistentes através de seleção exercida pela exposição freqüente destes patógenos aos produtos fungitóxicos, como realizado neste estudo, no qual foi selecionado o isolado UFLA-4 (após três repicagens em meio de cultura BDA + produto fitossanitário) resistente ao acaricida fenpropatrina, podendo este isolado ser utilizado para produção em maior escala para aplicação junto com este acaricida.

Os resultados do teste de viabilidade dos conídios de *B. bassiana* resistentes ao acaricida fenpropatrina (3ª repicagem) (Tabela 2) indicam que a germinação dos conídios do entomopatógeno não foi inibida, em relação ao controle, no tratamento fenpropatrina após três repicagens em meio de cultura BDA contendo este produto. A porcentagem de conídios germinados apresentou um valor maior que a porcentagem de germinação dos conídios do tratamento testemunha, mas o tratamento fenpropatrina não apresentou diferenças em relação à testemunha, o que indica que este acaricida não prejudica a germinação dos conídios de *B. bassiana*.

Tabela 2. Viabilidade de conídios do fungo entomopatogênico *Beauveria bassiana* na presença de fenpropatrina (3ª Repicagem) (temperatura = 25 ± 1°C; fotofase = 12 h; UR = 70 ± 10%).

Tratamentos	Germinação (%) ^z
Testemunha	96,06 ± 1,11 a
Fenpropatrina	97,61 ± 0,59 a

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).
^z M ± EP (M).

Tabela 3. Tempos letais médios (TL₅₀) em dias, intervalos de confiança (IC) ($P < 0,05$), equações de regressão linear e valores de χ^2 obtidos pela análise de Probit para *Beauveria bassiana* cultivado no meio BDA com fenpropratrina sobre *Galleria melonella* (3ª repicagem) (temperatura = 25 ± 1°C; fotofase = 12 h; UR = 70 ± 10%).

Tratamentos	TL ₅₀	IC	Equação	χ^2
<i>B. bassiana</i> (testemunha)	7,08	(6,75;7,42)	$Y=0,24 + 5,60 \cdot \log X$	2,71
Fenpropratrina	7,84	(7,30;8,42)	$Y=1,23 + 4,21 \cdot \log X$	9,98

Com relação a patogenicidade às larvas de *G. mellonella*, os dados submetidos à análise de Probit são exibidos na Tabela 3. Foi obtido um TL₅₀ de 7,84 dias para larvas tratadas com o fungo *B. bassiana* cultivado em substrato (BDA) contendo fenpropratrina, valor próximo ao encontrado na testemunha (7,08 dias). Analisando-se a porcentagem de mortalidade de larvas de *G. mellonella* (Tabela 4), também não se constatou diferença entre os dois tratamentos, confirmando os resultados encontrados por Shapiro-Ilan *et al.* (2002), nos quais todos os isolados selecionados artificialmente foram patogênicos para insetos-praga, não diferenciando da testemunha e causando altos níveis de mortalidade dos insetos.

Tabela 4. Porcentagem de mortalidade confirmada de larvas de *Galleria melonella* pulverizadas com o fungo entomopatogênico *Beauveria bassiana* cultivado no meio BDA contendo fenpropratrina (temperatura = 25 ± 1°C; fotofase = 12 h; UR = 70 ± 10%).

Tratamentos	Mortalidade ^z
Testemunha (<i>B. bassiana</i>)	78,00 ± 6,63 a
Fenpropratrina	64,00 ± 7,48 a

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).
^z M ± EP (M).

Suspensão da pressão de seleção sobre *Beauveria bassiana*

Após suspensão da pressão de seleção, a viabilidade dos conídios não foi afetada, obtendo-se uma porcentagem de germinação próxima de 100%, não apresentando diferença do tratamento testemunha (Tabela 5). Estes resultados demonstram que a fenpropratrina é compatível com o fungo e que não houve perda de valor adaptativo para o fator germinação, mesmo após três passagens do mesmo pelo meio contendo o produto. Também quando o fungo foi repicado em meio sem adição do acaricida, ocorreu uma maior porcentagem de conídios germinados do que na avaliação da terceira repicagem.

Tabela 5. Viabilidade de conídios do fungo entomopatogênico *Beauveria bassiana* na ausência de fenpropratrina (repicagem sem produto) (temperatura = 25 ± 1°C; fotofase = 12 h; UR = 70 ± 10%).

Tratamentos	Germinação (%) ^z
Testemunha	98,65 ± 0,08 a
Fenpropratrina	97,96 ± 0,60 a

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).
^z M ± EP (M).

Não houve diferenças entre os tratamentos testemunha e fenpropratrina, quanto ao crescimento vegetativo (Tabela 6) após suspensão da pressão de seleção exercida pelo produto.

O fato de não haver alterações no crescimento vegetativo e esporulação no material fúngico resistente selecionado, depois de cessada a pressão de seleção, indica a possibilidade de utilização dessa metodologia na seleção de linhagens resistentes do fungo *B. bassiana* para a resistência a um determinado produto fitossanitário sintético.

As Tabelas 7 e 8 apresentam, respectivamente, os valores de TL₅₀ e da análise de variância para porcentagem de mortalidade confirmada de larvas de *G. melonella*.

Tabela 6. Diâmetro médio de colônia (cm) e número médio de conídios produzidos por colônia de *Beauveria bassiana* na ausência de produtos (temperatura=25 ± 1°C; fotofase=12 h; UR=70 ± 10%).

Tratamentos	Diâmetro (cm) ^z	Conídios (x 10 ⁷) ^z
Testemunha	3,26 ± 0,02 a	14,08 ± 0,88 a
Fenpropratrina	3,28 ± 0,03 a	19,62 ± 2,03 a

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).
^z M ± EP (M).

O TL₅₀ no tratamento fenpropratrina aproximou-se do TL₅₀ da testemunha. A linhagem de *B. bassiana* resistente (3ª repicagem) ao produto fenpropratrina, quando repicado no meio BDA isento

Tabela 7. Tempos letais médios (TL_{50}) em dias, intervalos de confiança (IC) ($P < 0,05$), equações de regressão linear e valores de χ^2 obtidos pela análise de Probit para *Beauveria bassiana* cultivado no meio BDA na ausência de fenpropratrina sobre *Galleria melonella* (temperatura = $25 \pm 1^\circ\text{C}$; fotofase = 12 h; UR = $70 \pm 10\%$).

Tratamentos	TL_{50}	IC	Equação	χ^2
<i>B. bassiana</i> (testemunha)	4,21	(3,97;4,46)	$Y=1,86 + 5,02 \cdot \log X$	0,55
Fenpropratrina	4,78	(4,21;5,43)	$Y=0,94 + 5,98 \cdot \log X$	7,74

de produtos químicos, não apresentou diferenças na porcentagem de mortalidade das larvas do tratamento testemunha, obtendo-se uma mortalidade confirmada elevada (84%). Esta mortalidade foi superior à mortalidade das larvas apresentadas no tratamento da terceira repicagem (64%). Desta forma, quando foi retirada a pressão de seleção do produto fitossanitário sobre o fungo, o mesmo manteve os níveis de germinação, crescimento vegetativo e esporulação (Tabela 6), além de manter-se patogênico ao inseto-teste (Tabela 8), tendo uma elevada porcentagem de mortalidade larval (84%). Assim, quando o material fúngico selecionado com resistência ao produto fenpropratrina for transferido para o substrato isento de produtos químicos, poderá produzir grande quantidade de propágulos vegetativos e reprodutivos, com germinação da maior parte dos conídios

e o patógeno poderá apresentar uma elevada capacidade de causar doença em seus hospedeiros, viabilizando a estratégia de utilização conjunta do fungo com o produto fitossanitário ao qual manifesta resistência.

Tabela 8. Porcentagem de mortalidade confirmada de larvas de *Galleria melonella* pulverizadas com o fungo entomopatogênico *Beauveria bassiana* cultivado no meio BDA sem adição de fenpropratrina (temperatura = $25 \pm 1^\circ\text{C}$; fotofase = 12 h; UR = $70 \pm 10\%$).

Tratamentos	Mortalidade ^z
Testemunha (<i>B. bassiana</i>)	86,00 \pm 7,48 a
Fenpropratrina	84,00 \pm 6,78 a
CV (%)	23,7

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).
^z M \pm EP (M).

Literatura citada

- Agrotis. 2000. Sistema de receituário agrônomo - Receita 4.0 for DOS. Curitiba, Agrotis Consultoria Agrônomo. (1-CD-ROM).
- Canteri, MG; Dalla Pria, M; Amorim, L; Bergamin Filho, A. 1998. Efeito curativo de fungicidas no controle da antracnose e da mancha angular do feijoeiro em câmara de crescimento. *Fitopatologia Brasileira* 23:471-473.
- Cavalcanti, RS; Moino Junior, A; Souza, GC; Arnosti, A. 2002. Efeito dos produtos fitossanitários fenpropratrina, imidaclopride, iprodione e tiameoxam sobre o desenvolvimento do fungo *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. Brasil, Arquivos do Instituto Biológico 69 (3):17-22.
- Ghini, R; Kimati, H. 2000. Resistência de fungos a fungicidas. Brasil, Jaguariúna, Embrapa Meio Ambiente. 78 p.
- Grafton-Cardwell, EE; Hoy, MA. 1986. Genetic improvement of common green lacewing, *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae): selection for carbaryl resistance. *Environmental Entomology* 15:1130-1136.
- Inglis, PW; Tigano, MS; Valadares-Inglis, MC. 1999. Transformation of the entomopathogenic fungi, *Paecilomyces fumosoroseus* and *Paecilomyces lilacinus* (Deuteromycotina: Hyphomycetes) to benomyl resistance. *Genetics and Molecular Biology* 22:119-123.
- Loureiro, ES; Moino Junior, A; Arnosti, A; Souza, GC. 2002. Efeito de produtos fitossanitários químicos utilizados em alface e crisântemo sobre fungos entomopatogênicos. *Neotropical Entomology* 31(2): 263-269.
- Kennett, CE. 1970. Resistance to parathion in the phytoseiid mite *Amblyseius hibisci*. *Journal of Economic Entomology* 63:1999-2000.
- Neves, PMOJ; Hirose, E; Tchujo, PT; Moino Junior, A. 2001. Compatibility of entomopathogenic fungi with neonicotinoids insecticides. *Neotropical Entomology* 30:263-268.
- Paccola-Meirelles, LDP; Villas Boas, AM; Azevedo, JL. 1997. Obtention and evaluation of pathogenicity of ultra violet resistant mutants in the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana*. *Revista de Microbiologia* 28:121-124.
- Parra, JRP. 1998. Criação de insetos para estudos com patógenos. In Alves, SB, ed. Controle microbiano de insetos. Piracicaba, Brasil, Fealq. p. 1015-1037.
- Pielou, DP; Glasser, RF. 1952. Selection for DDT resistance in a beneficial insect parasite. *Science* 115:117-118.
- Reis, EM; Casa, RT; Blum, MMC; Carmona, M; Barreto, D. 1997. Sensibilidade de *Drechslera teres* ao fungicida triadimenol usado em tratamentos de sementes de cevada. *Fitopatologia Brasileira* 22:539-542.
- Rosenheim, JA; Hoy, MA. 1986. Intraspecific variation in levels of resistance in field populations of a parasitoid, *Aphytis melinus* (Hymenoptera: Aphelinidae): the role of past selection pressures. *Journal of Economic Entomology* 79:1161-1173.
- Shapiro-Ilan, DI; Reilly, CC; Hotchkiss, MW; Wood, BW. 2002. The potential for enhanced fungicide resistance in *Beauveria bassiana* through strain discovery and artificial selection. *Journal of Invertebrate Pathology* 81:86-93.

Evaluación de trampas y sistemas alimenticios para el muestreo selectivo de *Anastrepha obliqua* en plantaciones de mango, en Honduras

Luis Vásquez¹
Jaime Jiménez¹

RESUMEN. Se evaluaron nueve sistemas de trampeo, constituidos por tres tipos de trampas tipo McPhail, dos tipos de trampas diseñadas para atrayentes secos (OBDT y Jackson) y un tipo modificado de McPhail (Tephri-Trap[®]), combinados con dos tipos de atrayentes: uno líquido, basado en proteína hidrolizada más bórax y NuLure (9% NuLure, 3% bórax y 88% agua) y un atrayente sintético seco A+P (acetato de amonio + putrescina) para la captura selectiva de *Anastrepha obliqua* Macquart en lotes de mango de exportación en Comayagua, Honduras. El objetivo fue comparar los nuevos sistemas de trampeo contra el método estándar (trampas McPhail de vidrio con NuLure como atrayente). Los resultados señalan que el atrayente líquido NuLure es más efectivo que el atrayente sintético seco A+P en la captura selectiva de *A. obliqua*. Todos los modelos nuevos de trampas mostraron ser mucho más prácticos en su manejo, pero no mejoraron la captura de *A. obliqua* en comparación con el tipo tradicional.

Palabras clave: *Anastrepha obliqua*, mosca de la fruta, mango, trampeo, atrayentes alimenticios.

ABSTRACT. Evaluation of trapping systems for the selective sampling of *Anastrepha obliqua* in mango plantations, in Honduras. Nine trapping systems were evaluated, including three types of MacPhail traps— one made of glass and two new plastic models— plus two traps designed for dry attractants (OBDT and Jackson) and one modified MacPhail (Tephri-Trap[®]), combined with two types of attractants: a liquid one, based on hydrolyzed protein, borax and NuLure (9% NuLure, 3% borax and 88% water) and one dry synthetic attractant A+P (ammonium acetate + putrescine) for the selective capture of *Anastrepha obliqua* Macquart in export mango orchards in Comayagua, Honduras. The objective was to compare the new trapping systems against the standard method (glass MacPhail traps with NuLure as attractant). Results show that the liquid attractant NuLure is as effective as the synthetic dry attractant A+P in the selective capture of *A. obliqua*. All the new trapping models proved to be easier to handle but they did not improve on the capture of *A. obliqua* when compared with the traditional method, the glass MacPhail trap.

Key words: *Anastrepha obliqua*, fruit fly, mango, trapping, food attractants.

Introducción

Dentro del género *Anastrepha*, *A. obliqua* Macquart, *A. ludens* Loew y *A. striata* Schiner (Diptera: Tephritidae) son las moscas de la fruta de mayor importancia económica en Honduras. A pesar de que se han reportado más de 61 hospedantes distintos para *A. obliqua* alrededor del mundo, en Honduras el mango (*Mangifera indica* L., familia Anacardiaceae) es el cultivo económicamente más importante que esta plaga ataca (Norrbohm y Kim 1988, Sponagel *et al.* 1996). Las larvas del insecto barre-

nan la fruta, lo cual evita su comercialización. Sin embargo, así como ocurre con otras especies de moscas de la fruta, su sola presencia constituye el daño más importante. *A. obliqua* es una plaga cuarentenaria que limita la exportación del mango y otras frutas tropicales de consumo fresco a países libres de moscas de la fruta, como los EUA. Hasta ahora, el control de *A. obliqua* se ha realizado con insecticidas sintéticos como el malatión, los cuales son más efectivos si se aplican en combina-

¹ Fundación Hondureña de Investigación Agrícola, FHIA. Apartado Postal 2067, San Pedro Sula, Honduras. Tel: (504) 668 2470 6 668 2078; Fax (504) 668 2313. dinvest@fhia.org.hn

ción con un atrayente alimenticio como la proteína hidrolizada. Las aplicaciones se suelen hacer temprano, cuando la fruta es aún pequeña (Steiner 1952, Sponagel *et al.* 1996). En lotes de mango para exportación, la aplicación de insecticidas se programa independientemente de si la plaga está presente o no en el cultivo. Esto, además de resultar oneroso para el productor, tiene un efecto negativo sobre los insectos benéficos y el ambiente. Existen más de 31 especies distintas de enemigos naturales para las moscas del género *Anastrepha* en los trópicos y subtropicos, y todos ellos son susceptibles a los insecticidas utilizados en el combate de moscas de la fruta (Clausen 1956, Bateman 1972, White y Elson-Harris 1992, Baranowski *et al.* 1993, Leyva 1995, Sivinski 1996, Burns *et al.* 1996, Ovruski *et al.* 2000). Por este motivo, es importante desarrollar métodos que permitan un manejo integrado de la plaga.

Una forma de programar mejor la aplicación de insecticidas podría ser por medio de trampas. Las trampas pueden indicar la prevalencia de la plaga en el cultivo, permiten detectar infestaciones tempranas, y estimar las pérdidas basándose en las poblaciones detectadas. Todas estas ventajas podrían aprovecharse en lotes de mango para exportación, especialmente en aquellos donde se induce la floración temprana. En estas plantaciones, la cosecha se realiza cuando las poblaciones de las moscas son bajas y la necesidad de aplicar insecticidas es incierta o tal vez innecesaria. En Honduras, el sistema de trapeo estándar está basado en trampas McPhail (Universidad de Florida en Gainesville, EUA) de vidrio con proteína hidrolizada como atrayente. Sin embargo, este sistema no es lo suficientemente práctico y sensible para su aplicación en el monitoreo de poblaciones de *A. obliqua* con fines de combate en plantaciones de exportación. Los métodos de trapeo han sido mejorados en su selectividad, sensibilidad y efectividad para otras especies de moscas de la fruta, como *Ceratitis capitata* Wiedemann, y lo mismo podría ocurrir en el caso de *A. obliqua* (Vásquez y Díaz 1998, Epsky *et al.* 1999, Vásquez 2000).

Los atrayentes basados en el olor son la esencia de la mayoría de los sistemas de trapeo de moscas de la fruta (Jang y Light 1996). En Honduras, el tipo de atrayente utilizado para *C. capitata* fue el factor que tuvo mayor impacto en la selectividad de las trampas (Vásquez y Díaz 1998). Los primeros atrayentes utilizados para capturar moscas de la fruta fueron compuestos de proteínas en fermentación constituidos

usualmente por una mezcla de vinagre y melaza (McPhail 1939, Howse y Knapp 1996). Hoy en día, se utiliza la proteína hidrolizada como el principal atrayente para la captura de moscas de la fruta. Sin embargo, su uso ofrece pocas ventajas para el manejo y la selectividad y, con frecuencia, los insectos capturados se descomponen y resulta difícil evaluarlos. En este sentido, los atrayentes secos podrían ofrecer mayores ventajas. Recientemente, se han desarrollado atrayentes sintéticos secos promisorios para la atracción selectiva de *C. capitata*, los cuales han demostrado atraer otras especies de moscas de la fruta, especialmente del género *Anastrepha* (Vásquez y Díaz 1998, Vásquez 2000). Por ejemplo, la combinación de los atrayentes sintéticos secos como putrescina + acetato de amonio ha capturado *A. obliqua* en áreas donde *C. capitata* es la especie prevalente (Vásquez 2000).

La meta de este estudio consiste en evaluar sistemas de trapeo que sean más efectivos que el método estándar arriba mencionado para capturar *A. obliqua* en siembras de mango, partiendo de lo que se conoce sobre el trapeo selectivo de *C. capitata*. Estudios similares con esta especie parecen indicar que las trampas Tephri-Trap[®], *open bottom dry trap* (OBDT, Universidad de la Florida en Gainesville), así como nuevas trampas modificadas del tipo McPhail, pueden ser más efectivas para la captura de moscas de la fruta, gracias a su nuevo diseño y color. Por este motivo, las pruebas de este estudio incluyeron nuevos modelos mejorados de trampas (dos tipos modificados de McPhail de plástico, Tephri-Trap[®], OBDT y Jackson). Algunas de estas trampas, como la OBDT y la Jackson, han sido específicamente desarrolladas para ser utilizadas con atrayentes secos y son mucho más baratas y prácticas en el campo que las trampas convencionales.

Materiales y métodos

Se evaluaron tres tipos de trampas McPhail (una de vidrio y dos modelos de plástico), dos tipos de trampas para atrayentes secos (OBDT y Jackson), y un tipo modificado de McPhail (Tephri Trap[®]). Cada tipo de trampa se describe a continuación:

1. **International Pheromone McPhail Trap (IPMT) estándar de plástico (McPhail).** Está compuesta de dos piezas ensamblables, una transparente (superior) y la otra amarilla (inferior). La parte superior tiene 13,0 cm de diámetro superior y

16,5 cm de diámetro inferior, es hermética y provee soporte. La parte inferior tiene una invaginación cóncava (8,5 x 5,5 cm de diámetro en su parte más angosta) que produce un orificio de entrada para las moscas y un espacio circular interior que permite retener agua o algún otro atrayente líquido. Los bordes de ambas piezas son rectos.

2. International Pheromone McPhail Trap (IPMT) con forma de pera (pera). Esta trampa se parece a la anterior, en cuanto es de plástico y está compuesta de dos piezas ensamblables, una transparente (superior) y la otra amarilla (inferior). Sin embargo, la parte transparente tiene 5,5 cm de diámetro superior y 16,5 cm de diámetro inferior, es hermética y provee soporte. La parte inferior tiene una invaginación cóncava (9,0 x 4,9 cm de diámetro en su parte más angosta) que produce un orificio de entrada para las moscas y un espacio circular interior que permite retener agua o algún otro atrayente líquido. Ambas piezas tienen bordes redondos y juntas tienen forma de pera

3. International Pheromone McPhail Trap (IPMT) estándar de vidrio (control). Esta trampa tiene 5,5 cm de diámetro superior y 17,0 cm de diámetro inferior; sus bordes son redondeados y con forma cónica. En la parte superior tiene un cuello de 5,5 cm de largo y 4,5 cm de diámetro y al final un orificio con un tapón de corcho. La parte inferior tiene una invaginación cóncava (13,0 x 6,0 cm de diámetro en su parte más angosta) que produce un orificio de entrada para las moscas y un espacio circular interior que permite retener agua o algún otro atrayente líquido.

4. Open bottom dry trap (OBDT). Esta trampa presenta una lámina de plástico flexible de 15,0 cm de ancho, de color verde, insertada sobre una base superior de platos Petri plásticos (9,0 cm diámetro) superpuestos. La trampa tiene tres agujeros laterales de 2,3 cm de diámetro, tiene el fondo abierto y lleva inserta una tarjeta pegante amarilla para capturar las moscas.

5. Trampa Jackson (Jackson). Esta trampa es triangular, de cartón, de color blanco y 12,7 x 9,5 cm

de alto y lleva inserta una pieza romboidal de cartón blanco, de 5,7 x 15,7 cm de longitud, con pegamento y colgador metálico.

6. Tephri-Trap® (Tephri). Es de plástico y está compuesta de dos piezas ensamblables: una translúcida (superior) y la otra de color amarillo (inferior). La parte superior tiene 4,0 cm de alto x 12,5 cm de diámetro, es hermética y provee soporte. La parte inferior (11,5 de alto x 12,5 cm de diámetro) tiene una invaginación cóncava (4,0 cm de alto x 3,0 cm de diámetro en su parte más angosta) que produce un orificio de entrada para las moscas y un espacio circular interior que permite retener agua o algún otro atrayente líquido. Además, posee cuatro agujeros laterales (2,3 cm de diámetro) que facilitan la entrada de las moscas. Dentro de la trampa se puede colocar una canasta plástica que sirve de soporte para el producto tóxico o el atrayente.



Trampas de Feromonas

Cada uno de los seis tipos de trampas se combinó selectivamente con un atrayente líquido "NuL" (9%

NuLure, 3% bórax y 88% agua) o con un atrayente sintético seco "A+P" (acetato de amonio + putrescina). La combinación selectiva de cada tipo de trampa y atrayente constituyó un tratamiento distribuido de la siguiente forma:

Tratamiento	Descripción
Control	Trampa McPhail estándar de vidrio + NuL ^z
McPhail NuL	Trampa McPhail estándar de plástico + NuL
Pera NuL	Trampa McPhail forma de pera + NuL
Tephri® NuL	Trampa Tephri® + NuL
McPhail A+P	Trampa McPhail con A+P (atrayente sintético seco) y 300 ml de agua.
Pera A+P	Trampa McPhail forma de pera con A+P y 300 ml de agua.
Tephri® A+P	Trampa Tephri® con A+P y 300 ml de agua.
OBDT A+P	Trampa OBDT con A+P
Jackson A+P	Trampa Jackson con A+P

^z 300 ml de NuLure + bórax.

El experimento fue establecido en una plantación de mango para exportación en La Paz, Comayagua, Honduras. El Valle de Comayagua es la primera región hortícola de Honduras, con áreas considerables de tomate, cebolla, chile y cucurbitáceas. Las plantaciones comerciales de mango alcanzan las 140 ha. Otros frutales incluyen limón persa (40 ha en producción, planta no hospedante) y papaya (planta hospedante). Existen además árboles dispersos de naranja dulce y agria (plantas hospedantes). La vegetación natural predominante es el bosque tropical seco caducifolio. El clima está clasificado como semiárido con una precipitación media anual de 912 mm (76 mm media mensual) que varía entre 0 y 355 mm por mes; en promedio, llueve 83 días al año, y los meses más lluviosos ocurren de mayo a octubre. La temperatura media anual es de 23,8 °C oscilando en promedio entre 17,4 (9,5 °C mínima absoluta) y 31,9 °C (37,5 °C máxima absoluta). La humedad relativa promedio anual es de 67,0%. El régimen de vientos tiene velocidades bajas y medianas, comprendidas entre 0,4 y 2,2 m/s. Durante el 41,2% del tiempo, el viento permanece calmado. Los datos climáticos se obtuvieron en la estación meteorológica del Centro de Entrenamiento de Desarrollo Agrícola (CEDA), en la misma localidad.

El experimento comenzó con la instalación de las trampas el 15 de febrero de 1999 y finalizó con la

última evaluación de las mismas el 29 de marzo de 1999. La cosecha estaba por comenzar cuando se colocaron las trampas.

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar (BCA). Se colocaron un total de 45 trampas, distribuyendo nueve trampas en cinco bloques (hileras). Todas las trampas se ubicaron a una distancia de 25 a 35 m una de otra y fueron dispuestas en cinco hileras de árboles, a razón de nueve trampas por hilera. Las trampas fueron colocadas a una altura de dos metros en la parte sudeste de la corona del árbol. Los nueve tratamientos fueron colocados al azar dentro de cada hilera. Luego de cada monitoreo, se realizó una rotación secuencial de las trampas dentro de su respectiva hilera. Las evaluaciones de trampas se realizaron de 9:00 a 11:00 am.

El experimento duró seis semanas, durante las cuales se tomaron los datos de captura una vez por semana. En cada fecha de muestreo, se registró el número de *A. obliqua* y otras moscas de la fruta capturadas por trampa. En cada muestreo, se completó el volumen de agua de las trampas. Los atrayentes líquidos fueron reemplazados semanalmente. Se utilizó el mismo atrayente alimenticio sintético seco (acetato de amonio + putrescina) durante todo el experimento, diseñado para durar de seis a ocho semanas. Después de cada revisión, los sobrantes de los atrayentes reemplazados fueron removidos de las plantaciones experimentales en contenedores plásticos.

Los datos obtenidos fueron procesados mediante el uso del análisis de varianza (ANOVA) por medio del programa estadístico Minitab, versión 12.1 (Minitab Inc. 1998). Se condujeron estudios de separación de medias, utilizando la prueba de rango múltiple de Duncan, con un rango de confiabilidad sencillo del 95%. Se realizaron contrastes lineales previamente planificados entre combinaciones de las medias de los tratamientos mediante el método Scheffé para comparaciones múltiples, con un rango de confiabilidad sencillo del 95% (Ott 1988). Para mejorar la distribución normal de la varianza, fue necesaria la transformación de los datos por medio del logaritmo base 10 de la variable en estudio + 1,0, $\text{Log}_{10} [x + 1,0]$. Para cumplir con los requisitos de igual varianza del error entre los tratamientos, las trampas que no capturaron moscas durante todo el período experimental fueron eliminadas del análisis.

Resultados y discusión

En total, se capturaron 148 moscas de la fruta en todos los tratamientos. La mayoría de las moscas capturadas fueron *A. obliqua* (79%), seguidas de *C. capitata* (20%) y *A. striata* (1%). Se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos cuando se comparó el número de *A. obliqua* capturadas (Cuadro 1). Ninguno de los tratamientos secos (Jackson A+P y OBDT A+P) capturó *A. obliqua*, a pesar de que ambos tipos de trampas utilizaron el mismo atrayente que otras trampas (pera A+P, Tephri® A+P y MacPhail A+P) que sí capturaron la mosca. Esto parece indicar que el factor determinante fue el estilo de la trampa y no el atrayente. Aparentemente, la presencia de agua en las trampas tuvo un papel importante en la captura de *A. obliqua*. Las tarjetas pegantes, por otro lado, también pueden haber reducido la efectividad de estas trampas. Es importante notar que en estudios similares ambos tipos de trampas han sido tanto o más eficaces que otros modelos en la captura de *C. capitata* (Vásquez y Díaz 1998, Vásquez 2000). *A. obliqua* es una mosca con aproximadamente el doble del tamaño de *C. capitata*, y esto podría influir en la efectividad de las trampas originalmente diseñadas para capturar *C. capitata*.

Los sistemas de trapeo que capturaron más moscas de la fruta fueron las trampas McPhail NuL, pera NuL, el control y la trampa McPhail A+P; seguidas de la trampa Tephri® NuL, y las trampas Tephri® y McPhail en forma de pera ambas con A+P (Cuadro 1). El factor que más influyó en la captura

Cuadro 1. Promedio ($\pm s$) de captura por trampa/semana de *Anastrepha obliqua* y *Ceratititis capitata* entre los tratamientos. La Paz, Comayagua, 22 de febrero al 29 de marzo de 1999.

Tratamiento	<i>A. obliqua</i> ^z	<i>C. capitata</i>
McPhail NuL	1,53 \pm 1,57 a	0,13 \pm 0,18
Pera NuL	0,77 \pm 0,68 a b	0,10 \pm 0,15
Control	0,67 \pm 0,72 a b	0,13 \pm 0,22
McPhail A+P	0,40 \pm 0,28 a b	0,33 \pm 0,26
Tephri® NuL	0,27 \pm 0,15 b c	0,07 \pm 0,09
Pera A+P	0,20 \pm 0,22 b c	0,10 \pm 0,15
Tephri® A+P	0,07 \pm 0,15 c	N/A ^y
OBDT A+P	N/A	0,07 \pm 0,09
Jackson A+P	N/A	0,07 \pm 0,07
	F = 3,96	F = 1,08
	df = 6, 34	df = 7, 39
	P = 0,007	P = 0,400, NS

^z Los tratamientos seguidos de las mismas letras no son estadísticamente diferentes (ANOVA, prueba de rango múltiple de Duncan sobre datos transformados $\text{Log}_{10} [x + 1,0]$, $\alpha = 0,05$, $df = 6, 24$).

^y No es aplicable porque este tratamiento no fue incluido en el análisis de varianza.

de *A. obliqua* fue el atrayente. Las trampas con el atrayente líquido NuLure + bórax (MacPhail NuL, Pera NuL y el control) ocuparon los primeros tres lugares en la captura de *A. obliqua* (de 0,67 a 1,53 moscas/trampa/semana) (Cuadro 1). Los contrastes preplaneados entre los tratamientos evidenciaron que el atrayente líquido basado en proteína hidrolizada (NuLure + bórax) fue más efectivo que el atrayente sintético seco (acetato de amonio + putrescina)

Cuadro 2. Contrastes preplaneados entre los promedios ($\pm s$) de captura de *Anastrepha obliqua* entre los tratamientos seleccionados. Comayagua, 22 de febrero al 29 de marzo de 1999.

Contraste	<i>A. obliqua</i> ($\pm s$)	Cuadrado medio del contraste ^z
1 McPhail NuL + Pera NuL + Tephri® NuL + control vs. McPhail A+P + pera A+P + Tephri® A+P	0,81 \pm 0,78 vs. 0,22 \pm 0,21	Scal = 1,88, S df = 6, 24 S = 1,26
2 McPhail NuL + McPhail A+P vs. control	0,96 \pm 0,92 vs. 0,67 \pm 0,72	Scal = 0,60, NS df = 6, 24 S = 0,82
3 Pera NuL + pera A+P vs. control	0,48 \pm 0,45 vs. 0,67 \pm 0,72	Scal = 0,21, NS df = 6, 24 S = 0,82
4 Tephri® NuL + Tephri A+P vs. control	0,17 \pm 0,15 vs. 0,67 \pm 0,72	Scal = 0,26, NS df = 6, 24 S = 0,82

^z Método Scheffé S sobre datos transformados $\text{Log}_{10} [x + 0,1]$; NS: no hay diferencias significativas cuando las medias de los tratamientos son comparadas utilizando el cuadrado medio del error calculado Scal, F (0,05; 6, 24).

en la captura de *A. obliqua* (Cuadro 2, contraste 1). Sin embargo, no se encontró suficiente evidencia estadística que indique que los nuevos modelos de trampas fueron más efectivos que el modelo clásico McPhail de vidrio (Cuadro 2, contrastes 2, 3 y 4). Aunque los nuevos modelos de trampas fueron

igualmente efectivos, es importante notar que en el campo resultó mucho más práctico y rápido revisar y cambiar el atrayente de estos nuevos modelos. En consecuencia, el criterio para decidir qué tipo de trampa utilizar podría ser únicamente económico, de disponibilidad o de facilidad en el uso.

Literatura citada

- Baranowski, RH; Glenn, J; Sivinski, J. 1993. Biological control of the Caribbean fruit fly (Diptera: Tephritidae). *Florida Entomologist* 76:245-251.
- Bateman, MA. 1972. The ecology of fruit flies. *Annual Review of Entomology* 17:493-518.
- Burns, RE; Díaz, JM; Holler, TC. 1996. Inundative release of the parasitoid *Diachasmimorpha longicaudata* for the control of the caribbean fruit fly, *Anastrepha suspensa*. In McPheron, BA; Steck, GJ. eds. *Fruit fly pests*. Florida, US, St, Lucie Press. p. 377-381.
- Clausen, CP. 1956. Biological control of fruit flies. *Journal of Economic Entomology* 49:176-178.
- Epsky, ND; Hendrichs, J; Katsoyannos, BI; Vasquez LA; Ros, JP; Zümreoglu, A; Pereira, R; Bakri, A; Seewooruthun, SI; Heath, RR. 1999. Field evaluation of female-targeted trapping systems for *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) in seven countries. *Journal of Economic Entomology* 92:156-164.
- Howse, PE; Knapp, JJ. 1996. Pheromones of mediterranean fruit fly: presumed mode of action and implications for improved trapping techniques. In McPheron, BA; Steck, GJ. eds. *Fruit fly pests*. Florida, US, St, Lucie Press. p. 91-99.
- Jang, EB; Light, DM. 1996. Olfactory Semiochemicals of Tephritids. In McPheron, BA; Steck, GJ. eds. *Fruit fly pests*. Florida, US, St, Lucie Press. p. 73-90.
- Leyva, JL. 1995. Control biológico de moscas de la fruta. Montecillo, MX, Instituto de Fitosanidad/Programa de Entomología y Acarología. 8 p.
- McPhail, M. 1939. Protein lures for fruitflies. *Journal of Economic Entomology* 32:758-761.
- Minitab Inc. 1993. Release 9 handbook. State College, Pensilvania, US, Minitab Inc.
- Norrbom, AL; Kim, KC. 1988. A list of the reported host plants of the species *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae). Washington, US, United States Department of Agriculture (APHIS/PPQ). 144 p.
- Ovruski, SM; Aluja, M; Sivinski, J; Warton R. 2000. Hymenopteran parasitoids on fruit-infesting tephritidae (Diptera) in Latin America and the southern United States: diversity, distribution, taxonomic status and their use in fruit fly biological control. *Integrated Pest Management Review* 5:81-107.
- Ott, L. 1988. An introduction to statistical methods and data analysis. Reino Unido, PWS-Kent Publishing Co. 835 p.
- Sivinski, JM. 1996. The past and potential of biological control of fruit flies. In McPheron, BA; Steck, GJ. eds. *Fruit fly pests*. Florida, US, St, Lucie Press. p. 369-375.
- Sponagel, KW; Díaz, FJ; Cribas, A. 1996. Las moscas de la fruta (Diptera: Tephritidae) y su importancia en la agricultura de Honduras. La Lima, HN, Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA). 75 p.
- Steiner, LF. 1952. Fruit fly control in Hawaii with poison-bait sprays containing protein hydrolysates. *Journal of Economic Entomology* 45:838-843.
- Vásquez, LA; Díaz, J. 1998. Selección de métodos para captura de hembras de *Ceratitis capitata*. *Manejo Integrado de Plagas* 49:42-50.
- _____. 2000. Comparación de tipos de trampas y atrayentes para la captura de hembras de *Ceratitis capitata* (Wiedemann). *Manejo Integrado de Plagas* 56:31-37.
- White, IM; Elson-Harris, MM. 1992. Fruit flies of economic significance: their identification and bionomics. Wallingford, UK, CAB International. 601 p.

Evaluación de prácticas agrícolas para el manejo de *Bemisia tabaci* en tomate

Jorge Salas¹

RESUMEN. Se evaluaron el pepino (*Cucumis sativus* L.) como cultivo trampa, el maíz (*Zea mays* L.) como cultivo barrera, la cáscara de arroz como una cobertura vegetal inerte al suelo y tomate asociado con pimentón como prácticas agrícolas para el control de la mosca blanca (*Bemisia tabaci*) en siembras experimentales de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.), en comparación con la siembra de tomate sin empalar y la siembra tradicional con empalado. Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar, con seis tratamientos y cuatro repeticiones. El tratamiento de cobertura vegetal seca presentó los menores promedios de huevos y ninfas por folíolo (12,77 y 14,79), seguido por tomate asociado con pepino como cultivo trampa (14,66 y 16,47), tomate asociado con maíz como cultivo barrera (17,40 y 17,69), el testigo siembra tradicional (26,56 y 27,68), tomate sin empalar (33,04 y 37,57) y pepino como cultivo trampa (94,74 y 57,39), sin diferencias ($p>0,05$) entre los tres primeros tratamientos, pero sí con los restantes. El testigo y el tomate sin empalar no difirieron entre sí ($p>0,05$), pero sí con respecto a pepino como cultivo trampa. El tomate asociado con pepino como cultivo trampa presentó el mayor rendimiento (15464 kg/ha), seguido de cobertura vegetal seca (15428), tomate asociado con maíz como barrera (14583), la siembra tradicional (8205) y tomate sin empalar (5875), sin diferir ($p>0,05$) entre ellos. La siembra tradicional y el tomate sin empalar no difirieron entre sí. Se concluye que el uso del pepino como cultivo trampa, el maíz como cultivo barrera y la cáscara de arroz como cobertura vegetal inerte, es una alternativa viable y de bajo costo muy conveniente para los pequeños agricultores en el combate de *B. tabaci* en tomate y para lograr rendimientos que permitan obtener ganancias.

Palabras clave: Cobertura del suelo, control cultural, cultivo barrera, cultivo trampa, *Lycopersicon esculentum*, manejo integrado de plagas.

ABSTRACT. Evaluation of cultural practices in the management of *Bemisia tabaci* in tomato. Cucumber (*Cucumis sativus* L.) as a trap crop, maize (*Zea mays* L.) as a barrier crop, rice husks as a soil cover and tomato associated with cucumber were evaluated as cultural practices to control *Bemisia tabaci* (Gennadius) in experimental tomato plots (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Two additional treatments were staked and non-staked tomato plants without additional modifications. The six treatments, each with four replicates, were tested using a randomized complete block array. Rice husks as soil cover treatment resulted in the lowest mean numbers of eggs and nymphs per tomato leaflet (12.77 and 14.79, respectively), followed by cucumber as a trap crop (14.66 and 16.47), and maize as a barrier crop (17.40 and 17.69), without significant differences ($p>0.05$) among them. No significant differences were observed in the numbers of eggs and nymphs on staked tomato plants (26.56 and 27.68) compared to non-staked tomato plants (33.04 and 37.57), but differences between them and the remaining three treatments were significant. The highest counts of eggs and nymphs per leaflet (94.74 and 57.39) were found on the cucumber trap crop. Tomato with cucumber as a trap crop gave the highest yield in kilograms per hectare (15,464), followed by rice husks as soil cover (15,428), and tomato with maize as a barrier crop (14,583), without significant differences among them. Tomato yields from staked plants (8,205) did not differ significantly from those from non-staked plants (5,875), but were significantly less than those from other treatments. The use of cucumber as a trap crop, or maize as a barrier crop, and rice husks as a soil cover, are viable and low cost methods, advantageous to small farmers, to control *B. tabaci* on tomato and obtain acceptable yields.

Key words: Barrier crop, cultural control, integrated pest management, *Lycopersicon esculentum*, soil cover, trap crop.

¹ INIA (Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas), Centro de Investigaciones Agropecuarias del estado Lara. Apartado Postal 592. Barquisimeto, Venezuela. salasjl@hotmail.com

Introducción

El tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.), una de las hortalizas de consumo fresco e industrial de mayor importancia en Venezuela, es atacado por un complejo de insectos-plagas, entre los cuales destaca la mosca blanca, *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Homoptera: Aleyrodidae). Su presencia y daño dan lugar a un mayor uso de insecticidas, en dosis cada vez más elevadas a la recomendada y con una mayor frecuencia, incrementando así los costos de producción, con menores rendimientos y beneficios para el productor por la ineficacia del control químico.

El uso de plantas o cultivos secundarios asociados a uno o más cultivos primarios como barrera o trampa, y las coberturas vivas o inertes al suelo para el combate de una plaga en el marco del manejo integrado de plagas (MIP) se ubican dentro del combate ejercido con prácticas agrícolas. Este consiste en la manipulación deliberada del ambiente para hacerlo menos favorable a las plagas, con el fin de interrumpir sus ciclos reproductivos, reducir la disponibilidad de alimentos y favorecer la multiplicación de sus enemigos naturales (Metcalf y Luckmann 1975, Bottrel 1979). El uso de plantas o cultivos en varias modalidades (asociado, barrera, intercalado y trampa, entre otros) como prácticas agrícolas para combatir diferentes plagas ha sido informado por varios investigadores (Salas y Martínez 1982, Karel 1993, Peralta y Hilje 1993, Soto-Giraldo 1993, Gutiérrez 1999, Smith y McSorley 2000).

Las prácticas agrícolas para el control de *B. tabaci* no han sido muy estudiadas y solamente algunas de ellas —como la producción de plántulas en semilleros cubiertos con malla y coberturas al suelo— han contribuido al manejo de este insecto (Hilje 2002). Hilje (2000) señala que, en revisiones clásicas sobre ese insecto, las prácticas agrícolas de combate han recibido poca atención en comparación con otras, y agrega que las publicaciones existentes al respecto son antiguas —previas a 1950— y referidas a tabaco y algodón en países asiáticos y africanos. Las prácticas de este tipo evaluadas hasta ahora para *B. tabaci* han incluido fechas de siembra y veda, eliminación de malezas, destrucción de residuos de cultivos, semilleros protegidos, cubiertas flotantes, alta densidad de siembra, barreras vivas, coberturas al suelo, cultivos asociados y riego por aspersión (Hilje 2000, Hilje *et al.* 2001).

Varias prácticas agrícolas relacionadas con cultivos asociados y coberturas al suelo han sido investiga-

das en diferentes cultivos para controlar distintas especies de plagas (Gravena *et al.* 1984, Arias e Hilje 1993, Peralta y Hilje 1993, Amador y Hilje 1993, Soto-Giraldo 1993, Londoño y Tamayo 1995, Cubillo *et al.* 1999). El fríjol-vainica o caraota (*Phaseolus vulgaris* L.) ha sido utilizado como cultivo trampa para controlar *B. tabaci* en tomate (Arias y Hilje 1993, Peralta y Hilje 1993). Soto-Giraldo (1993) evaluó el tomate, la berenjena (*Solanum melongena* L.) y el girasol (*Helianthus annuus* L.) como cultivos trampa para controlar *Faustinus apicalis* (Faust) en tabaco (*Nicotiana tabacum* L.). La cáscara de arroz y otros restos vegetales secos han sido utilizados como una cubierta inerte para controlar *B. tabaci* y otros insectos (Cohen 1982, De Bortoli *et al.* 1984, Cohen y Berlinger 1986, Maelzer 1986, Amador y Hilje 1993, Stoner *et al.* 1996). El maíz (*Zea mays* L.) y el sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) han sido igualmente considerados como cultivos barrera en semilleros de tomate y siembras de varios cultivos para evitar que ciertas plagas alcancen el cultivo principal (Gravena *et al.* 1984, Karel 1993, Londoño y Tamayo 1995, Piñón y Casanova 2002).

El objetivo de este trabajo fue evaluar diferentes prácticas agrícolas, como cultivos barrera y trampa y cobertura inerte al suelo, para el combate de *B. tabaci* en tomate *L. esculentum* var. 'Río Grande' (RACI).

Materiales y métodos

El experimento se realizó de julio a octubre de 1997, en el Campo Experimental Quibor del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas del Estado Lara (INIA-Lara), situado en Quibor, Municipio Jiménez, estado Lara, Venezuela, a 9°53'N y 69°39'O, a 680 msnm, con una temperatura y precipitación promedio de 29 °C y 575 mm, respectivamente. Se utilizó un diseño experimental de bloques completamente aleatorizados, con seis tratamientos y cuatro repeticiones. Los tratamientos fueron:

1. **Tomate asociado con maíz como cultivo barrera (TAMCB):** Se sembraron tres hileras de maíz a ambos lados de las seis hileras de tomate de cada parcela, y dos semillas de maíz en los extremos de cada surco de cada parcela de tomate, 20 días antes del trasplante del tomate.
2. **Tomate asociado con pepino como cultivo trampa (TAPCT):** Se sembraron tres hileras de pepino

(*Cucumis sativus* L.), en asociación con tomate, a ambos lados de las seis hileras de tomate de cada parcela, cinco días después del trasplante. En este tratamiento, solamente se evaluaron las poblaciones de mosca blanca en el tomate y para los fines estadísticos se consideró como un tratamiento.

3. **Pepino como cultivo trampa (PCT):** Se sembraron tres hileras de pepino a ambos lados de las seis hileras de tomate de cada parcela, cinco días después del trasplante. En este tratamiento, solamente se evaluaron las poblaciones de mosca blanca en el pepino y para los fines estadísticos se consideró como un tratamiento.
4. **Cobertura vegetal seca (CVS):** La cascarilla de arroz fue colocada a lo largo de los surcos y entre las hileras de siembra de cada parcela del tratamiento, a los siete días después del trasplante del tomate e inmediatamente después del arrime de tierra, labor que se hace para afianzar las plantas recién trasplantadas. La cobertura fue renovada 30 días después del trasplante, inmediatamente después del aporque.
5. **Tomate sin empalar (TSE):** Consistió en sembrar el tomate sin fijarlo a estacas de madera para su crecimiento y desarrollo (empalar), colocándolo sobre el suelo en el espacio entre los surcos de dos metros de ancho (camellones), sin cultivo barrera, trampa o cobertura vegetal inerte entre las hileras de siembra del tomate.
6. **Tratamiento testigo o siembra tradicional (TST):** Consistió en sembrar el tomate empalado, a las seis semanas después del trasplante, sin cultivo barrera, trampa o cobertura vegetal inerte entre las hileras de siembra del tomate.

Las unidades experimentales fueron de seis hileras de tomate y seis de maíz o pepino —según el tratamiento—, de cinco metros de longitud, espaciadas a 1,20 m, con una separación entre bloques de 2 m. El tamaño de cada parcela fue de 36 a 72 m² (cultivo trampa y cultivo barrera), y el del bloque de 252 m², mientras que el área efectiva de parcelas del experimento fue de 1008 m².

Los muestreos se realizaron semanalmente, en forma aleatoria, recolectando de cinco a 10 folíolos

por parcela en las hileras centrales de cada parcela y en los tercios superiores y medio de las plantas de tomate y de dos a tres hojas en la hilera central y en los tercios superiores y medio de las plantas de pepino. Estas muestras fueron colocadas en bolsas plásticas y llevadas inmediatamente al laboratorio. Se contaron los huevos y ninfas de *B. tabaci* con la ayuda de una lupa estereoscópica. La información obtenida fue registrada en planillas de conteo y a los datos de huevos, ninfas y frutos de tomate cosechados se les practicó un análisis de varianza y una prueba de medias de Newman-Keuls. En este experimento no se realizaron aplicaciones de plaguicidas, aun cuando se presentaron ataques de *Neoleucinodes elegantalis* (Guenee), *Phthorimaea operculella* (Zeller) y *Liriomyza sativae* Blanchard.

Resultados

Huevos

El tratamiento CVS presentó el menor promedio de huevos por folíolo, seguido del TAPCT y el TAMCB, sin diferir entre ellos ($p > 0,05$), pero sí con los restantes TST, TSE y PCT. Los tratamientos TST y TSE no difirieron entre sí, pero sí con respecto a PCT (Cuadro 1). Las plantas de tomate presentes en los tratamientos de cobertura, barrera y tomate asociado con una hospedante preferida registraron menores poblaciones de huevos que las plantas sin asociación con esos tratamientos, y el cultivo preferido usado como trampa presentó la mayor población, sugiriendo que las situaciones antes descritas influyen para que la mosca blanca deposite menos huevos en el tomate.

Ninfas

Al analizar las poblaciones promedio de ninfas por folíolo, se observa una situación similar a la de los huevos: el tratamiento CVS presentó la menor población de ninfas por folíolo, seguido de TAPCT y TAMCB, sin diferir entre ellos ($p > 0,05$), pero sí con TST, TSE y PCT. Los tratamientos TST y TSE no fueron diferentes entre sí, pero sí con respecto a PCT (Cuadro 1). Al igual que con los huevos, las plantas de tomate en los tratamientos de cobertura, barrera y tomate asociado con una hospedante preferida también registraron menores poblaciones de ninfas que las plantas sin asociación con esos tratamientos, y el cultivo preferido usado como trampa

Cuadro 1. Promedio de huevos y ninfas de *B. tabaci* en diferentes prácticas culturales de control en tomate. 1997.

Tratamientos	Huevos / folíolo ²	Ninfas / folíolo ²
Cobertura vegetal seca (CVS)	12,77±25,58 a	14,79±11,07 a
Tomate asociado con pepino como cultivo trampa (TAPCT)	14,66±18,14 a	16,47±16,43 a
Tomate asociado con maíz como cultivo barrera (TAMCB)	17,40±25,15 a	17,69±23,97 a
Testigo (siembra tradicional) (TST)	26,56 ±4,08 b	27,68±12,86 b
Tomate sin empalar (TSE)	33,04±16,74 b	37,57±13,81 b
Pepino como cultivo trampa (PCT)	94,74±14,22 c	57,39± 9,42 c

² Valores seguidos por la misma letra no son significativamente diferentes ($p > 0,05$), según la prueba de Newman-Keuls.

también presentó la mayor población, sugiriendo que las situaciones antes descritas son una consecuencia de que *B. tabaci* coloque menos huevos en el tomate. En el tratamiento CVS, se registró un incremento de 5 °C en la temperatura del suelo a cinco centímetros de profundidad, en comparación con las parcelas sin cobertura, y esa misma temperatura fue registrada en la cáscara.

Presencia de síntomas virales

Se detectó la presencia del virus mosaico amarillo del tomate (MAT) señalado por Anzola y Lastra (1978) en siembras de tomate, así como otros síntomas virales como el arrugamiento y doblado hacia arriba de los folíolos causados por virus no descritos. Todos los síntomas se presentaron en cantidades bajas.

Rendimientos

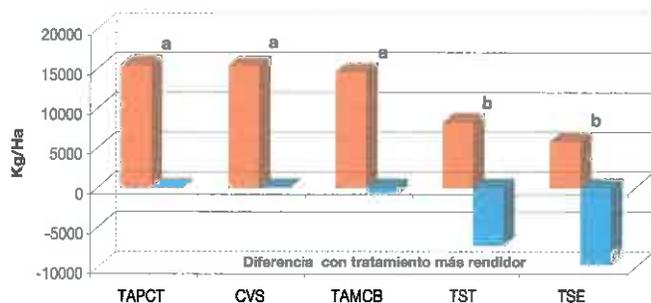


Figura 1. Rendimiento de tomate y diferencia con tratamiento más rendidor en diferentes prácticas para controlar *B. tabaci*.

El tratamiento TAPCT presentó los mayores rendimientos (15464 k/ha) (Fig. 1), seguido por CVS (15428) y TAMCB (14583), sin diferir entre ellos ($p > 0,05$). Siguió TST (8205) y TSE (5875), los cuales tampoco difirieron. Las diferencias en rendimien-

to respecto al tratamiento más rendidor (TAPCT) fueron CVS (-36), TAMCB (-881), TST (-7259) y TSE (-9589). Pareciera que, como consecuencia de las bajas poblaciones de huevos y ninfas registradas en los tres primeros tratamientos, sus rendimientos fueron estadísticamente mayores y menores en los de altas poblaciones, lo cual sugiere que el daño físico causado por *B. tabaci* influye en los rendimientos, ya que los síntomas virales fueron muy bajos.

Discusión

Los resultados indican que el tratamiento PCT presentó el mayor valor promedio de huevos y ninfas por folíolo, y el tomate sembrado en asociación con el pepino (TAPCT) las más bajas poblaciones de huevos y ninfas por folíolo, lo cual sugiere que el pepino es más atractivo para que *B. tabaci* oviposite y desarrolle sus poblaciones, actuando como un cultivo trampa, y que resulta más atractivo para esta plaga que el tomate. Aun cuando el pepino no ha sido usado ampliamente como cultivo trampa contra moscas blancas, los resultados señalados coinciden con los de Al-Musa (1982), quien demostró que, en Jordania, la siembra de pepino intercalado con tomate redujo la incidencia del virus TYLCV. Los resultados difieren de los de Smith y McSorley (2000) quienes, al utilizar berenjena (*S. melongena* L.) como cultivo trampa para controlar poblaciones de *Bemisia argentifolii* Bellows & Perring en frijol, obtuvieron resultados poco efectivos. Cabe notar que dichos autores evaluaron otra especie o raza de mosca blanca, usaron un cultivo trampa diferente, sembrado de manera intercalada y no en los bordes de las parcelas, y transplantado un mes antes de sembrar el cultivo principal, por lo que quizás sus hojas más viejas fueron menos atractivas a la mosca blanca. El uso de cultivos trampa se basa en la dis-

tracción, pues consiste en sembrar hospedantes (cultivos o plantas silvestres) más atractivos que el cultivo principal. Puede usarse intercalado o en los bordes del cultivo donde predomina el viento e incorporar insecticidas sistémicos u hongos entomopatógenos (Hilje 2001).

Contrariamente, el tratamiento CVS registró el menor número de huevos y ninfas por folíolo, sugiriendo que la cobertura vegetal ejerce una acción repelente en los adultos de *B. tabaci* para posarse y ovipositar en el cultivo de tomate. Resultados similares fueron reportados por De Bortoli *et al.* (1984), quienes encontraron que las parcelas de *P. vulgaris* donde se usó cáscara de arroz y restos vegetales secos como coberturas del suelo presentaron las menores poblaciones de ninfas de *B. tabaci*, y señalaron que estos materiales actuaron como repelentes.

Amador y Hilje (1993), al utilizar una cobertura inerte como la cáscara de arroz y vivas como maní forrajero y malezas espontáneas, encontraron que la cáscara de arroz atrajo menos adultos que el plástico, lo cual pudiera significar que actuó como repelente de los adultos. En las parcelas con cobertura, las poblaciones de *B. tabaci* fueron menores que en las sin cobertura. Adicionalmente, dichos autores señalan que la cáscara de arroz ejerce un control sobre las malezas, lo cual pudiera influir en un mayor desarrollo y rendimiento de las plantas. Con base en señalamientos de otros autores, indican que *B. tabaci* mostró una mayor preferencia por el tomate sembrado sin coberturas (testigo), por el contraste entre el cultivo y el suelo desnudo, como sucede con otros homópteros. Este contraste permite a varias especies de homópteros localizar sus hospedantes (Propoky y Owens 1983). La utilización de coberturas al suelo se fundamenta en la repelencia visual o interferencia de la cobertura en la localización del cultivo por parte de la plaga (Cohen 1982, Cohen y Berlinger 1986).

Las coberturas inertes han sido ampliamente investigadas para el control de trips, áfidos, e inclusive *B. tabaci* (Suwvan *et al.* 1988, Csizinsky *et al.* 1995, 1997, Berlinger y Lebiush-Mordech 1996). Algunos autores señalan que las coberturas amarillas (polietileno, paja de trigo y aserrín) son más atractivas que el cultivo y que las altas temperaturas que ellas acumulan durante el día matan los adultos de *B. tabaci* (Cohen 1982, Cohen y Berlinger 1986, Maelzer 1986), condición generalmente encontrada en el Valle de Quibor donde se realizó este trabajo, ya que se registraron tempera-

turas de entre 37 y 41 °C en la cáscara de arroz y a cinco centímetros debajo del suelo.

El tratamiento TAMCB registró un promedio bajo de huevos y ninfas por folíolo, lo cual sugiere que el maíz ejerció un efecto de barrera, que dificultó que los adultos de *B. tabaci* de vuelo bajo (Salas 2003) alcanzaran con facilidad las plantas de tomate. En Brasil, Gravena *et al.* (1984) utilizaron con éxito bandas de sorgo alrededor de siembras de tomate para reducir las poblaciones de *B. tabaci* y promover la presencia de insectos depredadores.

Piñón y Casanova (2002) encontraron que al utilizar maíz como cultivo barrera —junto a otras prácticas como enmiendas orgánicas al suelo, control biológico, fertilización orgánica, y sin plaguicidas— en un sistema de producción agroecológica para la producción de plántulas de tomate, la población de adultos de *B. tabaci* fue ocho veces menor y la incidencia y severidad de la virosis dos veces menor que en el sistema convencional, aun cuando se registraron poblaciones muy bajas. Estos mismos autores indican que Ávila y Pozo (1991) señalaron que el uso de barreras de maíz o sorgo impiden que los adultos de *B. tabaci* lleguen al cultivo, mientras que Dardón *et al.* (1997) encontraron que la asociación tomate-maíz contribuyó a disminuir la virosis en el tomate en 21% y que las plantas fueron más fuertes y vigorosas.

Igualmente, Gutiérrez (1999) encontró que las poblaciones de adultos, larvas y pupas del picudo *Anthonomus eugenii* Cano en las parcelas de chile dulce o pimentón (*Capsicum annum* L.), sembrado en asociación con maíz como cultivo barrera o intercalado, fueron mayores que en las de pimentón sin maíz, en una proporción 5:1, y que los rendimientos fueron mayores. Karel (1993), al sembrar maíz intercalado con frijol en Tanzania, encontró que la incidencia y el daño a las flores y vainas por larvas de *Maruca testulalis* Geyer y *Heliothis armigera* Hubner eran significativamente menores en las parcelas de policultivo, que fungía como una barrera. Estos resultados difieren de los de Smith y McSorley (2000), quienes al utilizar maíz como cultivo barrera para controlar poblaciones de *B. argentifolii* en frijol, encontraron resultados poco efectivos, ya que el maíz no impidió que los adultos llegaran al cultivo.

Los tratamientos TSE y TST presentaron altas poblaciones de huevos y ninfas de *B. tabaci*, al igual que PCT, que presentó la mayor. Esta situación es quizás consecuencia de no estar asociados con un cultivo

trampa, barrera o cubierta al suelo, lo que los hace más susceptibles a una mayor colonización por adultos de *B. tabaci*.

Los mayores rendimientos se obtuvieron en los tratamientos TAPCT, CVS y TAMCB, que estuvieron asociados con cultivos trampa, barrera o una cobertura inerte, lo cual indica que, al reducir las poblaciones de *B. tabaci*, estas prácticas agrícolas influyen en la obtención de mayores rendimientos. Amador y Hilje (1993), al utilizar coberturas inertes como cáscara de arroz, encontraron que ésta ejerce un control sobre las malezas, lo cual pudiera influir en un mayor desarrollo y rendimiento de las plantas. Igualmente, Soto-Giraldo (1993) reportó mayores rendimientos y una mejor calidad de hoja en tabaco, al usar berenjena como

cultivo trampa para controlar *F. apicalis*. Gutiérrez (1999) reportó mayores rendimientos en pimentón al usar el maíz como cultivo barrera.

Se concluye así que la utilización del pepino como cultivo trampa, del maíz como cultivo barrera y de la cobertura vegetal seca son una alternativa viable y de bajo costo, muy conveniente para pequeños agricultores, para controlar las poblaciones de *B. tabaci* en tomate y lograr rendimientos que permitan obtener ganancias, en comparación con la siembra tradicional con insecticidas.

Agradecimiento

El autor agradece a la Ingeniera América Heredia y al TSU José Omar Mendoza su colaboración en la toma de muestras en campo y conteos de los diferentes estadios del insecto en el laboratorio.

Literatura citada

- Anzola, D, Lastra, R. 1978. Protección de semilleros de tomate y su relación con la incidencia del virus del mosaico amarillo del tomate. *Agronomía Tropical* 28(5):473-482.
- Al-Musa, A. 1982. Incidence, economic importance, and control of Tomato Yellow Leaf Curl Virus in Jordan. *Plant Disease* 66(7):561-563.
- Amador, R; Hilje, L. 1993. Efecto de coberturas vivas e inertes sobre la atracción de la mosca blanca *Bemisia tabaci* (Gennadius) al tomate. *Manejo Integrado de Plagas* 29:14-21.
- Arias, T; Hilje, L. 1993. Uso del frijol como cultivo trampa y de una aceite agrícola para disminuir la incidencia de virosis transmitidas por *Bemisia tabaci* (Gennadius) en el tomate. *Manejo Integrado de Plagas* 27:27-34.
- Ávila, J; Pozo, O. 1996. Manejo del vector: Una estrategia para el control de virosis en el cultivo del chile. Tampico, MX, SARH. 20 p. (Folleto Técnico no. 6).
- Berlinger, MJ; Lebiush-Mordech, S. 1996. Physical methods for the control of *Bemisia*. In Gerling, D; Mayer, RT. eds. *Bemisia* 1995: Taxonomy, biology, damage, control and Management. Reino Unido, Intercept. p. 617-634.
- Bottrel, DG. 1979. *Integrated Pest Management*. Washington DC, US, Council on Environmental Quality. 120 p.
- Cohen, S. 1982. Control of whitefly vector of viruses by colour mulches. In *Pathogens, vectors and plant disease: Approaches to control*. New York, US, Academic Press. p. 45-56.
- _____; Berlinger, MJ. 1986. Transmission and cultural control of whitefly-borne viruses. *Agriculture, Ecosystem and Environment* 17:89-87.
- Csizinszky, AA; Schuster, DJ; Kring, JB. 1995. Color mulches influence yield and insect pest populations in tomatoes. *Journal of the American Society of Horticulture* 120(5):778-784.
- _____; Schuster, DJ; Kring, JB. 1997. Evaluation of color mulches and oils sprays for yield and for the control of silverleaf whitefly, *Bemisia argentifolii* (Bellows and Perring) on tomatoes. *Crop Protection* 16(5):475-481.
- Cubillo, D; Sanabria, G; Hilje, L. 1999. Eficacia de coberturas vivas para el manejo de *Bemisia tabaci* como vector de geminivirus en tomate. *Manejo Integrado de Plagas* 51:10-20.
- Dardon, D; Salazar, J; Salguero, V. 1997. Efecto del asocio tomate-maíz sobre poblaciones de mosca blanca y el acolamiento en tomate, El Progreso, Guatemala, 1996-97. In *Taller Latinoamericano y del Caribe sobre Moscas Blancas y Geminivirus* (6, 1997, Santo Domingo, DO). Memorias. p. 22.
- De Bortoli, SA; Banzato, AA; Marostica, AA. 1984. *Bemisia tabaci* (Genn.) (Hom.- Aleyrodidae) e *Aphis craccivora* Koch (Hom. Aphididae): Local de ataque e influência de cobertura de solo em suas populacões e na produtividade do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). *Ecosistema* 9:29-38.
- Gravena, S; Churata Masca, MG; Arai, J; Raga, A. 1984. Manejo integrado da mosca branca *Bemisia tabaci* (Gennadius 1889) em cultivares de tomateiro de crescimento determinado visando redução de virose do mosaico dourado. *Anais da Soc. Entomol Brasil* 13(1):35-41.
- Gutiérrez, C. 1999. Evaluación de la asociación maíz-chile para el manejo de *Anthonomus eugenii* en Nicaragua. *Manejo Integrado de Plagas* 54:73-77.
- Hilje, L. 2000. Prácticas agrícolas para el manejo de *Bemisia tabaci*. *Manejo Integrado de Plagas* 56:22-30.
- _____. 2001. Avances hacia el manejo sostenible del complejo moscas blancas-geminivirus en tomate, en Costa Rica. *Manejo Integrado de Plagas* 61:69-80.
- _____. 2002. Manejo de *Bemisia tabaci* en América Central y el Caribe: la experiencia de un decenio. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología* 65:102-108.
- _____; Costa, HS; Stansly, PA. 2001. Cultural practices for managing *Bemisia tabaci* and associated viral diseases In Naranjo, S; Ellsworth, P. eds. *Special Issue: Challenges and Opportunities for Pest Management of Bemisia tabaci in the New Century*. *Crop Protection* 20(9):801-812.
- Karel, AK. 1993. Effects of intercropping with maize on the incidence and damage caused by pod borers of common beans. *Environmental Entomology* 22(5):1076-1083.
- Londoño, ME; Tamayo M, PJ. 1995. Poblaciones de áfidos de frijol voluble en monocultivo y en asociación con maíz. *Revista Colombiana de Entomología* 21(2):77-81.
- Maelzer, DA. 1986. Integrated control of insect vectors of plant virus diseases. In McLean, GD; Garret, RG; Ruesink, WG. eds. *Plant Viruses Epidemics*. New York, US, Academic Press. p. 483-512.

- Metcalf, RL; Luckmann, W. 1975. Introduction to Insect Pest Management. New York, US, Wiley Interscience. 587 p.
- Peralta, L; Hilje, L. 1993. Un intento de control de *Bemisia tabaci* con insecticidas sistémicos incorporados a la vainica como cultivo trampa, más aplicación de aceite en el tomate. Manejo Integrado de Plagas 30: 21-23.
- Piñón, M; Casanova, A. 2002. Comparación de sistemas para la producción de plántulas de tomate frente al complejo moscas blancas-geminivirus. Manejo Integrado de Plagas 63:64-70.
- Propok, RJ; Owens, ED. 1983. Visual detection of plants by herbivorous insects. Annual Review of Entomology 28:337-364.
- Salas, J; Martínez, N. 1982. El maíz como cultivo trampa para el control de *Heliothis zea* en algodón. Bol. Ent. Venez. N.S. 2(9):73-88.
- _____. 2003. Caracterización del vuelo de adultos de *Bemisia tabaci*. Manejo Integrado de Plagas y Agroecología 67:44-50.
- Sas Institute. 1990. SAS/STAT user's guide. Versión 6, 4 ed., v. 2. Cary, NC, US, SAS Institute. 329 p.
- Smith, HA; McSorley, R. 2000. Potential of field corn as barrier crop and eggplant as trap crop for management of *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae). Florida Entomologist 83(2):145-158.
- Soto-Giraldo, A. 1993. Cultivos trampa para el control del cañero del tabaco *Faustinus apicalis* (Faust) (Coleoptera: Curculionidae). Revista Colombiana de Entomología 19(4):139-142.
- Stoner, KA; Ferrandino, FJ; Gent, MPN; Elmer, WH; Lamondia JA. 1996. Effects of straw mulch, spent mushroom compost, and fumigation on the density of Colorado potato beetles (Coleoptera: Chrysomelidae) in potatoes. Journal of Economic Entomology 89(5):1267-1280.
- Suwwan, MA; Akkawi, M; AL-Musa, AM; Mansour, A. 1988. Tomato performance and incidence of tomato yellow leaf curl (TYLC) virus as affected by type of mulch. Scientia Horticulturae 37(1/2):39-45.

Bioatividade de extratos vegetais aquosos sobre *Spodoptera frugiperda* em condições de laboratório¹

Carlos Henrique de Brito²

Jorge Alexandre Mezzomo³

Jacinto Luna Batista⁴

Maria Do Socorro Barbosa Lima⁴

Afonso Takao Murata⁵

RESUMEN. Se evaluó la actividad insecticida de extractos acuosos de las hojas de *Anacardium occidentale*, *Guarea trichilioides* y *Melia azedarach*, para su efecto sobre *Spodoptera frugiperda*. Los extractos fueron aplicados en hojas de maíz cuando estuvo disponible el primer instar de las orugas. Se utilizaron hojas de maíz tratadas con agua como control. Los parámetros biológicos evaluados fueron duración y viabilidad de larvas y pupas, los pesos de las pupas 24 h después de la aplicación y las pupas malformadas. El extracto de *M. azedarach* causó un 100% de mortalidad larval. Los extractos de *A. occidentale* y *G. trichilioides* incrementaron la duración del período larval y el extracto de *G. trichilioides* redujo el período pupal. El peso de las pupas aumentó significativamente en el tratamiento con el extracto de *G. trichilioides*. La viabilidad larval fue reducida con el extracto *A. occidentale*. Los demás parámetros no fueron afectados por los extractos de *A. occidentale* y *G. trichilioides*. El extracto de hojas de *M. azedarach* puede usarse en el control de *S. frugiperda*.

Palabras clave: Plantas insecticidas, bioactividad, extractos vegetales, *Anacardium occidentale*, *Guarea trichilioides*, *Melia azedarach*.

ABSTRACT. Bioactivity of botanical aqueous extracts on *Spodoptera frugiperda* under laboratory conditions. The insecticide activity of aqueous extracts from the leaves of *Anacardium occidentale*, *Guarea trichilioides* and *Melia azedarach* was evaluated in relation to *Spodoptera frugiperda* (fall armyworm). The aqueous extracts were applied on corn leaves and offered to first instar caterpillars. Corn leaves treated with water were used as a control treatment. The biological parameters evaluated were larval and pupal duration and viability, pupae weight after 24 h and malformed pupae. The *M. azedarach* extract caused a 100% larval mortality. The *A. occidentale* and *G. trichilioides* extracts increased the larval period and the *G. trichilioides* extract reduced the pupal period. Pupae weight was significantly higher with the *G. Trichilioides* extract than under the control treatment. Larval viability was reduced by the *A. occidentale* extract. The other parameters were not affected by *A. occidentale* and *G. trichilioides* extracts. The extract of *M. azedarach* leaves can be used in the control of *S. frugiperda*.

Key words: Insecticide plant, bioactivity, botanical extracts, *Anacardium occidentale*, *Guarea trichilioides*, *Melia azedarach*.

Introdução

A cultura do milho está distribuída em todo o território brasileiro, ocupando uma área superior a 12 milhões de hectares (IBGE 2000), sendo atacada por uma série de pragas, destacando-se dentre elas a

Spodoptera frugiperda, considerada a principal praga da cultura no Brasil (Valicente & Costa 1995). Além do cartucho, esta lagarta pode também cortar plantas novas, alimentar-se do colmo ou atacar a espiga. Reduz

¹ Parte integrante da monografia do primeiro autor apresentada à Universidade Estadual da Paraíba, Brasil, para a obtenção do título de Licenciado e Bacharel em Ciências Biológicas.

² Universidade Federal da Paraíba/Centro de Ciências Agrárias (CCA/UFPB). R. Santa Felomena, 136 Liberdade Campina Grande-PB, Brasil. CEP: 58105-350. chbritol@bol.com.br

³ Dep. de Farmácia e Biologia – UEPB (Universidade Estadual da Paraíba). Brasil.

⁴ UFPB/CCA. Brasil.

⁵ Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, DCR-Desenvolvimento Científico Regional - UFPB/CCA.

em média 20% da produção, mas em caso de ataques drásticos pode ocorrer perda total (Cruz *et al.* 1997).

A associação de plantas inseticidas a variedades resistentes ao inseto pode aumentar a eficiência de controle, através da ação independente e aditiva e/ou da interação dessas duas técnicas de controle, devido à possível ação da variedade resistente sobre o inseto, alterando-lhe a suscetibilidade à substância com atividade inseticida (Vendramim & Scampini 1997).

Atualmente, a planta inseticida considerada como a de maior atividade é *Azadirachta indica* (Koul *et al.* 1990, Schmutterer 1990), conhecida, no Brasil, por neem. Devido sua ação tóxica, inibição da alimentação e do crescimento, e redução da fecundidade nos insetos, os extratos dessa planta têm se destacado como o inseticida botânico mais estudado nos últimos 15 anos (Mordue (Luntz) & Blackwell 1993). A ampla atividade biológica dessa planta tem incentivado a produção de inseticidas naturais, bem como a busca de novas substâncias com atividade inseticida. Tais compostos podem proporcionar ao agricultor de baixa renda um método fácil, natural e econômico de manejo de insetos, utilizando as ferramentas do seu próprio ecossistema (Rodríguez & Vendramim 1997).

Outra planta citada pela presença de substâncias repelentes e tóxicas a pragas é *M. azedarach*, vulgarmente conhecida no Brasil como cinamomo, santa-bárbara ou pára-raios. Sua atividade inseticida foi relatada há várias décadas, inclusive no Brasil, onde foi constatada a ação do seu extrato aquoso em relação ao gafanhoto *Schistocerca cancellata* (Lepage *et al.* 1946). Diversos trabalhos foram desenvolvidos com o objetivo de identificar os aleloquímicos presentes nessa Meliaceae (Zhang *et al.* 1993, Huang *et al.* 1995). No que se refere ao efeito do *M. azedarach* sobre a *S. frugiperda*, há relatos evidenciando bioatividade tanto dos extratos aquosos como dos não aquosos (Vendramim 1997).

Segundo Vendramim (2000), a principal vantagem destas substâncias repelentes e tóxicas é a menor probabilidade de surgimento de insetos resistentes, devido à ação sinérgica, adequando-se ao emprego no manejo integrado de pragas. A disponibilidade de matéria prima, considerada uma vantagem pela sua ocorrência natural, também pode ser uma limitação pelo rápido esgotamento das reservas naturais que não forem repostas.

Pereira *et al.* (1998), utilizando extratos vegetais de *A. occidentale* adicionado em dieta artificial nas

concentrações de 5 e 10%, obtiveram alta mortalidade de lagartas de *S. frugiperda*, sendo que estas apresentaram desenvolvimento retardado e a maioria morreu antes do terceiro ínstar.

Este trabalho teve como objetivo avaliar a atividade inseticida dos extratos aquosos de várias espécies de plantas sobre *S. frugiperda*.

Material e métodos

O experimento foi desenvolvido no Laboratório de Controle Biológico de Insetos do Departamento de Farmácia e Biologia da Universidade Estadual da Paraíba – UEPB, com lagartas de *S. frugiperda* provenientes da criação mantida com dieta artificial no referido laboratório, no período de janeiro a agosto de 2000. As condições de laboratório foram: temperatura de 25 ± 2 °C, UR de 60 ± 10 °C e fotofase de 14 h.

O caju (*A. occidentale*) foi coletado no centro de pós-graduação da UEPB e na EMBRAPA algodão; o cinamomo (*M. azedarach*) foi colhido ao lado do Teatro Municipal de Campina Grande e o jité (*G. trichilioides*) foi coletado no campus II da UFPB - Areia - PB, sendo que todas as folhas das plantas foram coletadas no mês de janeiro de 2000. As espécies foram identificadas no Laboratório de Botânica, da Universidade Estadual da Paraíba, pelo Botânico Ivan Coelho Dantas, professor Titular da Disciplina de Botânica.

Para obtenção dos extratos utilizaram-se as folhas das plantas que foram secas em estufa a 40 °C por três dias, amassadas manualmente e trituradas em liquidificador até a obtenção de um pó fino, sendo que este mesmo pó, não passou por nenhum processo de separação de partículas maiores e menores, sendo este misturado com água destilada numa concentração de 10% (10 g de pó seco para 100 ml de água destilada). A mistura foi agitada em liquidificador até obter-se boa homogeneização e transferida para frascos hermeticamente fechados onde permaneceu em repouso por 24 h, para se obter maior extração das substâncias hidrossolúveis. Depois deste período foi feita a filtração através de tecido fino e obtida a parte líquida para utilização nos experimentos.

Para tratamento com os extratos, pedaços de folhas de milho (5 cm x 3 cm) foram cortadas em forma de T, ou seja, em torno de 1 cm do limbo da folha de milho foi retirado deixando apenas o pecíolo, que foi envolvido com algodão umedecido para evitar o ressecamento durante o período de alimentação.

Para os tratamentos, as folhas de milho foram imersas por cerca de dois minutos nos extratos, enquanto aquelas da testemunha foram imersas em água destilada. Após este procedimento as folhas foram secas ao ar, antes de serem oferecidas às lagartas.

Cada tratamento continha sessenta lagartas recém-eclodidas, que foram individualizadas em placas de Petri, até a fase de pupa, as quais foram sexadas e mantidas nas placas para observação de pupas mal formadas.

As variáveis avaliadas foram: duração e viabilidade dos períodos larval e pupal, peso das pupas (24 h após a pupação) e número de pupas mal formadas. Em todos os bioensaios, o delineamento experimental foi inteiramente casualizado com seis repetições. A unidade experimental foi constituída por dez placas de Petri com uma lagarta cada.

Todos os dados foram submetidos à análise de variância. A comparação de médias foi feita através do teste T - Student, ao nível de 5% de probabilidade.

Resultados e discussão

Com extrato de *M. azedarach* não foi possível obter os dados referente à biologia do inseto, pois o mesmo ocasionou a morte de 100% dos indivíduos. Rodríguez & Vendramim (1996) também encontraram mortalidade larval total desta praga com o mesmo extrato em dieta artificial.

Nos demais tratamentos (extratos de *A. occidentale* e *G. trichilioides*), houve alongamento do período larval, cujos valores (20,4 e 23,8 dias, respectivamente) diferiram significativamente da média constatada na testemunha (17,9 dias) (Quadro 1). O alongamento da fase larval de Lepidoptera, tem sido freqüentemente referido na literatura, há muito tempo com extratos de *M. azedarach* (McMillian *et al.* 1969, Mikolajczak *et al.* 1989, Anwar *et al.* 1992, Chen *et al.* 1996, Vendramim & Scampini 1997). Rodríguez & Vendramim (1997) obtiveram aumento significativo da duração larval e redução da viabilidade larval e pupal e do peso de pupas deste inseto em relação à testemunha, incorporando o extrato de *M. azedarach* à dieta artificial.

O prolongamento do período larval dessa praga, em consequência do tratamento com extratos de *Trichilia pallida*, também foi observado por Rodríguez (1995), Thomazini (1999) e Roel *et al.* (2000). O alongamento da fase imatura com o emprego de produtos derivados de neem já foi

verificado em relação a diversas pragas, incluindo algumas de hábito sugador (Dorn *et al.* 1986, Dimetry & El-Hawary 1995). O prolongamento do período larval relaciona-se geralmente com menor ingestão de alimento, devido à ação de deterrentes ou por ocorrer inadequação nutricional do substrato alimentar (Rodríguez 1995). O atraso no desenvolvimento pode também ser decorrente de menor eficiência de conversão do alimento ingerido e digerido, causado pelo desvio de parte dele para a degradação de substâncias tóxicas presentes no substrato alimentar (Tanzubil & McCaffery 1990).

O prolongamento da fase larval devido ao crescimento lento do inseto (inibição do crescimento), sem diminuir o peso da pupa, como ocorreu com os extratos de *G. trichilioides* e *A. occidentale* (Quadro 1), possivelmente tenha sido provocado pela ocorrência de doses baixas de substâncias tóxicas, já que, segundo Tanzubil & McCaffery (1990), com estas doses inibi-se o crescimento, mas não a alimentação.

Quanto ao período pupal, apenas o extrato de *G. trichilioides*, diferiu significativamente da testemunha apresentando um menor período em dias para este parâmetro (12,2 dias). Já o extrato de *A. occidentale*, não alterou significativamente este período em relação à testemunha (Quadro 1). Rodríguez & Vendramim (1997) avaliando extratos de folhas de *Toona ciliata*, frutos de *M. azedarach*, incorporados à dieta artificial de *S. frugiperda* obtiveram uma diminuição do período pupal. Porém Roel & Vendramim (1999) não observou diferença significativa em relação à duração do período pupal quando alimentou lagartas de *S. frugiperda* com folhas de milho impregnadas de extratos de *T. pallida*.

Para o peso de pupas, os resultados obtidos foram, que o extrato de *G. trichilioides* (197,4 mg) diferiu significativamente do *A. occidentale* (178,3 mg) e da testemunha (185,4 mg) que por sua vez não diferiram entre si (Quadro 1). Pode-se considerar que isto se deve ao maior consumo diário de folhas ou maior eficiência de conversão do alimento ingerido e digerido, possivelmente devido à ausência de deterrentes ou presença de fago-estimulantes, permitindo que os insetos atingissem pesos pupais maiores que aqueles registrados na testemunha e no extrato de *A. occidentale*. Rodríguez & Vendramim (1996, 1997) não encontraram diferença significativa com extratos de folhas de três espécies de *Guarea*

(*G. guidonia*, *G. kunthiana* e *G. macrophylla*) e a testemunha para esta variável.

Quadro 1. Duração das fases larval e pupal e peso das pupas com 24 horas de *Spodoptera frugiperda*, criadas com folhas de milho tratadas com extratos aquosos.

Tratamento	Duração (dias)		Peso das pupas (mg)
	Larval	Pupal	
Testemunha	17,9 c	13,0 a	185,4 b
<i>A. occidentale</i>	20,4 b	12,6 ab	178,3 b
<i>G. trichilioides</i>	23,8 a	12,2 b	197,4 a
<i>M. azedarach</i>	—	—	—
C.V. (%)	7,6	9,0	13,8

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste T-Student.

O extrato de *A. occidentale* reduziu a viabilidade larval (80%), porém com viabilidade pupal bastante alta, evidenciando efeito tóxico do extrato para a viabilidade larval (Quadro 2). O extrato de *G. trichilioides* não diferiu estatisticamente do tratamento controle. Na viabilidade pupal não houve diferença significativa entre as médias para ambos os extratos. A viabilidade 0% para o extrato de *M. azedarach*, não foi possível ser avaliada pois as lagartas morreram antes dos 10 dias de idade, impossibilitando a avaliação deste parâmetro para o referido trabalho. Rodríguez & Vendramim (1996), obtiveram viabilidade larval e pupal bastante inferiores, porém assemelham-se aqueles encontrados por Rodríguez & Vendramim (1997).

Para os dados de pupas mal-formadas (Quadro 2), observou-se que houve diferença significativa entre os extratos mas não em relação à testemunha e que estes defeitos podem ter sido causados pelo manuseio das mesmas. Mordue (Luntz) & Blackwell (1993) mencionaram a ocorrência de sintomas semelhantes em lagartas submetidas a diferentes doses de azadiractina, e atribuíram essas alterações à redução na concentração do ecdisônio ou atraso de sua liberação na hemolinfa.

Literatura citada

- Anwar, T; Jabbar, Z; Khaliq, F; Thair, S; Shakeel, MA. 1992. Plants with insecticidal activities against four major insect pests in Pakistan. *Tropical Pest Management*. Londres, UK. v. 38, n. 4, p. 431-437.
- Chen, CC; Chang, SJ; Cheng, LL; Hou, RF. 1996. Effects of chinaberry fruit extract on feeding, growth and fecundity of the diamondback moth, *Plutella xylostella* L. (Lep., Yponomeutidae). *Journal of Applied Entomology* 120:341-345.
- Cruz, I.; Valicente, FH; Santos, JP; Waquil, JM; Viana, PA. 1997. Manual de Identificação de Pragas da Cultura do Milho. Sete Lagoas, BR, EMBRAPA/CNPMS. p. 67.
- Dimetry, NZ.; El-Hawary, FMA. 1995. Neem Azal-F as an inhibitor of growth and reproduction in the cowpea aphid *Aphis craccivora* Koch. *Journal of Applied Entomology* 119:67-71.
- Dorn, A; Rademacher, JM; Sehn, E. 1986. Effects of azadirachtin on the moulting cycle, endocrine system, and

O prolongamento da fase larval relaciona-se geralmente com menor ingestão de alimento, por existir neste um ou vários deterrentes ou por ocorrer desequilíbrio nutricional. Assim, em campo, o crescimento lento das lagartas levará a um menor consumo de alimento, ocasionando menos danos às plantas (Rodríguez & Vendramim 1997). Além disso, o inseto estará mais propenso ao ataque de inimigos naturais e ocorrerá emergência de adultos com assincronia fenológica em relação à população normal, diminuindo o número de gerações da praga (Tanzubil & McCaffery 1990).

Quadro 2. Viabilidade larval, pupal e pupas com defeito de *Spodoptera frugiperda*, alimentadas com folhas de milho tratadas com extratos aquosos.

Tratamento	Viabilidade (%)		
	Larval	Pupal	Pupas mal formadas (%)
Testemunha	93,3 a	93,8 a	7,14 ab
<i>A. occidentale</i>	80,0 b	93,7 a	6,25 a
<i>G. trichilioides</i>	98,3 a	91,5 a	8,47 b
<i>M. azedarach</i>	0 ^z	—	—
C.V. (%)	7,5	4,2	8,5

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste T-Student.

^z Dados não inclusos na análise estatística (variância nula).

Conclusões

1. O extrato de folhas de *M. azedarach*, a 10%, mata as lagartas de *S. frugiperda*, sendo promissor no controle dessa praga.
2. O extrato de folhas de *A. occidentale* alonga o período larval e reduz a viabilidade larval dessa praga, enquanto o *G. trichilioides* alonga o período larval, mas reduz o pupal e aumenta o peso das pupas.

- ovaries in last-instar larvae of the milkweed bug, *Oncopeltus fasciatus*. *Journal of Insects* 32(3):231-238.
- Huang, RC; Zhou, JB; Suenaga, H; Takezak, K; Tadera, K; Nakatani, M. 1995. Insect antifeeding property of limonoids from Okinawan and Chinese *Melia azedarach* L., and from Chinese *Melia toosedan* (Meliaceae). *Bioscience, Biotechnology and Biochemistry* 59:1755-1757.
- IBGE. 2000. Levantamento sistemático da produção agrícola, 2(1):1-60.
- Koul, O; Isman, MB; Ketkar, CM. 1990. Properties and uses of Neem, *Azadirachta indica*. *Canadian Journal of Botany* 68(1):1-11.
- Lepage, HS; Giannotti, O; Orlando, A. 1946. Proteção das culturas contra os gafanhotos por meio de *Melia azedarach*. *O Biológico* 12:265-270.
- Mcmillian, WW; Bowman, MC; Burton, RL; Starks, KJ; Wisemam, BR. 1969. Extract of chinaberry leaf as a feeding deterrent and growth retardant for larvae of the corn earworm and fall armyworm. *Journal of Economic Entomology* 62(3):708-710.
- Mikolajczak, KL; Zilkowski, BW; Bartelt, RJ. 1989. Effect of meliaceous seed extract on growth and survival of *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith). *Journal of Chemical Ecology* 15(1):121-128.
- Mordue (Luntz), A.J; Blackwell, A. 1993. Azadirachtin: An update. *Journal of Insect Physiology* 39(11):903-924.
- Pereira, KRO; Maracajá, PB; Mezzomo, JA; Pinto, MROA. 1998. Utilização de extratos vegetais na luta contra pragas. *In Encontro de Iniciação Científica e III Mostra de Produção Científica da UEPB* (5, 1998, Campina Grande, BR). Resumos. Campina Grande, BR, Universitária. p. 299.
- Rodríguez H, C. 1995. Efeito de extratos aquosos de Meliaceae no desenvolvimento de *Spodoptera Frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae). Tesis Ph. D. en Entomología. São Paulo, BR, Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". 100 p.
- _____; Vendramim, JD. 1996. Toxicidad de extractos acuosos de Meliaceae en *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). *Manejo Integrado de Plagas* 42:14-22.
- _____; Vendramim, JD. 1997. Avaliação da bioatividade de extratos aquosos de Meliaceae sobre *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith). *Revista de Agricultura* 72(3):305-318.
- Roel, AR; Vendramim, JD. 1999. Desenvolvimento de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) em genótipos de milho tratados com extrato de acetato de etila de *Trichilia pallida* (Swartz). *Scientia Agrícola*, 56(3):581-586.
- _____; Vendramim, JD; Frighetto, RTS; Frigheto, N. 2000. Efeito do extrato acetato de etila de *Trichilia pallida* Swartz (Meliaceae) no desenvolvimento e sobrevivência da lagarta-do-cartucho. *Bragantia*, Campinas 59(1):53-58.
- Schmutterer, H. 1990. Properties and potencial of natural pesticides from the Neem tree, *Azadirachta indica*. *Annual Review of Entomology* 35:271-297.
- Tanzubil, PB; Mccffery, AR. 1990. Effects of azadirachtin and aqueous Neem seed extracts on survival, growth and development of the African armyworm, *Spodoptera exempta*. *Crop Protection* 9(5):383-386.
- Thomazini, APBW. 1999. Efeito de genótipos de *Lycopersicon* ssp. e de extratos aquosos de *Trichilia pallida* Swartz (Meliaceae) sobre *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lep., gelechiidae). Tese Ph. D. em Ciências. Piracicaba, BR, Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". 95 p.
- Valicente, FH.; Costa, EF. 1995. Controle da lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith), com o Baculovirus *Spodoptera*, aplicado via água de irrigação. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil* 24(1):61-67.
- Vendramim, JD. 1997. Uso de plantas inseticidas no controle de pragas. *In Ciclo de Palestras sobre Agricultura Orgânica* (2, 1997, Campinas, BR). *Anais Brasil, Fundação Cargill*. p. 64-69.
- _____. 2000. Plantas inseticidas e controle de pragas. *Informativo da Sociedade Entomológica do Brasil* 25(2):1, 5.
- _____; Scampini, PJ. 1997. Efeito de extrato aquoso de *Melia azedarach* sobre o desenvolvimento de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) em dois genótipos de milho. *Revista de Agricultura* 72(2):159-170.
- Zhang, L; Chaudhuri, SK; Kubo, I. 1993. Quantification of insect growth and its use in screening of naturally occurring insect control agent. *Journal Chemical Ecology* 19:1109-1118.

Riqueza y abundancia de hongos entomógenos en tres sistemas de manejo de cacao en Choroni, Venezuela

Thamara Rojas¹
William Goitia²

RESUMEN. Se comparó la riqueza y abundancia de hongos entomógenos sobre hojas de cacao (*Theobroma cacao*) en la localidad de Choroni, estado Aragua, Venezuela. Se consideraron tres parcelas de 1 ha cada una, sometidas a tres diferentes condiciones de manejo agronómico, entre agosto de 1998 y marzo de 2001: 1) bajo impacto: poda ocasional de las plantas de cacao, con remoción manual y ocasional de la maleza; 2) moderado impacto: poda frecuente y desmalezado periódico, sin aplicación de agroquímicos; 3) alto impacto: poda frecuente, desmalezado periódico y aplicación de agroquímicos. La mayor riqueza y abundancia de hongos entomógenos se presentó en la parcela de bajo impacto, donde el agroecosistema fue menos alterado que en las parcelas de moderado y alto impacto. Una especie afín con *Aegerita webberi*, y *Aschersonia basicystis* sobre moscas blancas (Homoptera-Aleyrodidae), fueron los hongos dominantes.

Palabras clave: Biodiversidad, control biológico, manejo agronómico, *Theobroma cacao*, hongos entomógenos.

ABSTRACT. Richness and abundance of entomogenous fungi in cocoa under three different management systems in Choroni, Venezuela. The richness and abundance of entomogenous fungi on cocoa leaves (*Theobroma cacao*) were compared in the locality of Choroni, Aragua state, Venezuela. Three plots of 1 hectare each were subjected to three different cultural management conditions from August 1998 to March 2001: 1) Low impact: occasional pruning of the cocoa plants, with occasional manual weed removal; 2) Moderate impact: frequent pruning of the cocoa plants and periodical removal of the weeds, without chemical applications; 3) High impact: frequent pruning of the plants, periodical weed removal and chemical applications. The greatest richness and abundance of entomogenous fungi was found in the low impact plot, where the agroecosystem was less altered compared to the moderate and high impact plots. One species close to *Aegerita webberi*, and *Aschersonia basicystis* on whiteflies (Homoptera-Aleyrodidae), were the dominant fungi.

Key words: Biodiversity, biological control, agronomical management, *Theobroma cacao*, entomogenous fungi.

Introducción

Los estudios sobre el conocimiento y la preservación de la biodiversidad han estado enfocados principalmente en los ecosistemas naturales, aunque la mayor parte de la superficie terrestre está cubierta por agroecosistemas (Vandermeer y Perfecto 2000). En consecuencia, una gran proporción del total de las especies de una región se encuentra en estos sistemas agrícolas. Las especies que conforman los agroecosistemas, desde los cultivos hasta los microorganismos, son parte de la biodiversidad y desempeñan un papel importante en el balance ecológico, permitiendo una producción sos-

tenible al promover procesos y servicios ecológicos que, de perderse, tendrían costos significativos (Altieri y Nicholls 2000, Power y Flecker 2000).

En los sistemas manejados con visión ecológica, se obtiene una producción racional del cultivo y otros beneficios ambientalmente deseables, como la prevención de brotes de plagas, conservación de los recursos tierra y agua, protección ambiental y desarrollo socioeconómico (Altieri 1999), así como la conservación de la biota, cuyas funciones son potencialmente benéficas (Moreno 2001).

¹ Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIA). CENIAP, Apartado Postal 4653, Maracay, estado Aragua, Venezuela. rojasgoitia@mail.com

² Universidad Simón Rodríguez, IDECYT, Centro de Estudios para el Desarrollo de la Agroecología. Lab. Ecología y Control de Insectos, Apartado Postal 47925 Caracas 1041-A, Venezuela. rojasgoitia@mail.com

Sin embargo, la biodiversidad contenida en los agroecosistemas, así como los servicios ecológicos que prestan, se pueden ver afectados por el grado de modificación o la intensidad del manejo agronómico. Los sistemas más simples —como los monocultivos— y las prácticas de manejo más intensivas tienden a disminuir la biodiversidad, en comparación con sistemas más complejos o con prácticas agronómicas conservacionistas (Nestel y Altieri 1992, Roth *et al.* 1994, Power y Flecker 2000, Fuhlendorf *et al.* 2002, Saarinen 2002).

Uno de los sistemas agrícolas más estudiados desde el punto de vista ecológico y de control natural de plagas es el cultivo del cacao (*Theobroma cacao* L., Sterculiaceae) (Evans 1974, 1982, 2002, Roth *et al.* 1994, Power y Flecker 2000, Ruf y Zadi 2000), pues presenta varias características atractivas para estudios de diversidad y para el establecimiento de sistemas de manejo agroecológico. El cacao crece en áreas de bosque lluvioso tropical y requiere de un dosel de árboles de sombra, lo cual permite que, en sistemas bajo manejo agrícola, persista una alta diversidad vegetal y animal. Cuando las condiciones de las plantaciones de cacao se aproximan a las del hábitat natural, los problemas de plagas son menores y la presión de los hongos entomopatógenos es significativamente mayor que en bosques degradados y en plantaciones de cacao poco sombreadas (Evans 1974, 1982, 2002).

Los hongos entomógenos representan un gran potencial para el control biológico de insectos plaga (Skinner *et al.* 1991, Fournier y Brodeur 2000). Estos hongos constituyen un grupo de microorganismos ampliamente estudiado en el mundo, y se conocen más de 700 especies, asignadas a 100 géneros (Lecuona *et al.* 1996). Por el efecto que tienen en la reducción natural de poblaciones de artrópodos en los diferentes

agroecosistemas y por su selectividad y mínimo impacto ambiental, pueden ser componentes ideales en programas de manejo integrado de plagas.

El objetivo planteado en este trabajo fue conocer la riqueza y abundancia de los hongos que se hospedan en artrópodos sobre hojas de cacao y el efecto de las prácticas agronómicas sobre estas poblaciones fúngicas.

Materiales y métodos

El área de estudio se ubicó en la Hacienda La Sabaneta, próxima a la población de Choróní, en las estribaciones del Parque Nacional Henri Pittier (10°25'N y 67°35'O, 100 msnm), estado Aragua, Venezuela. La plantación se encuentra en los bordes del río Choróní, dentro de un bosque caduciforme, con una precipitación anual de 953 – 1402 mm (medida entre 1998 y 2000), con un marcado período de escasa precipitación entre enero y marzo y un pico de máxima precipitación entre julio y agosto (Vidal 2002). Durante los meses de menor precipitación, las parcelas evaluadas se regaron por medio de canales, con agua del río Choróní, cada diez días, durante siete días, hasta el punto de saturación. Los árboles de sombra más comunes en la plantación son el mijao (*Anacardium excelsum* Bert. y Balb.), bucare (*Eritrina* spp.), cedro (*Cedrela* spp.) y cítricos (*Citrus sinensis* L. Osb.).

En este trabajo se consideraron tres parcelas comerciales de cacao, de una hectárea cada una, que desde agosto de 1998 hasta marzo de 2001 fueron sometidas a tres manejos agronómicos distintos, de acuerdo con el número y la frecuencia de las prácticas agronómicas (Vidal 2002): bajo impacto (BI), con prácticas agronómicas mínimas (poda, cosecha, platoneo y riego); alto impacto (AI), con mayor frecuencia de poda y cosecha de frutos maduros, eliminación de

Cuadro 1. Frecuencia de prácticas agronómicas en tres parcelas cacaoteras de Choróní, en el 2000.

Prácticas agronómicas	Frecuencia		
	Bajo impacto	Moderado impacto	Alto impacto
Poda	2	5-8	5-8
Eliminación de frutos ^x	0	4-6	4-6
Cosecha de frutos	6-7	8-9	8-9
Platoneo	3	3	3
Riego	+	+	+
Desmalezado manual	2	3-4	3-4
Fertilización química ^y	0	0	2
Fungicidas, herbicidas, insecticidas ^z	0	0	1

^x Frutos dañados por hongos, vertebrados o insectos. ^y Formula: 100 g (12-24-12) + 90 g de sulfato de potasio + 11 g de urea por planta y aplicación. ^z Pasta química (fipronil 0,5 cc/l + Cobrex® 10 cc/l), Tordón® (750 cc/árbol).

frutos dañados por perforaciones de insectos, aves o mamíferos, desmalezado manual y aplicación de fertilizante, fungicidas, herbicidas e insecticidas, y moderado impacto (MI), con una frecuencia de prácticas agronómicas similar a la de AI, pero sin aplicación de agroquímicos (Cuadro 1). La ubicación espacial de cada una de estas parcelas, con distintos grados de manejo agrícola, fue seleccionada al azar.

Los agroquímicos empleados en la parcela de AI fueron el herbicida Tordón® (piclorám) a 750 cc/l, para el secado de 11 árboles de sombra, en mayo de 1998; pasta química —fipronil 0,5 cc/l + Cobrex® (oxicloruro de cobre a 10 cc/l)— para el control de termitas (Isoptera), en abril de 1999; fertilización del suelo, con 100 g de la fórmula (12 N-24 P-12 K) + 90 g de SO_4K_2 + 11 g de urea, por cada planta, en julio y noviembre de cada año (Rodríguez y Parra 1999).

Se despejaron las malezas y la hojarasca en un área circular, de aproximadamente 1 m de radio, alrededor de la base del tronco de las plantas de cacao (platonos).

En las tres parcelas, los hongos entomógenos se recolectaron durante octubre del 2000, al final del período lluvioso. En cada parcela se evaluaron 24 plantas de cacao, seleccionadas al azar, para un total de 72. En cada planta se recolectaron cuatro hojas maduras, de la parte terminal de cuatro ramas opuestas, en la parte baja del dosel, para completar una muestra de 16 hojas por planta. Las hojas se observaron con lupa estereoscópica en el laboratorio, para cuantificar los artrópodos con presencia de hongos.

Se montaron porciones completas y cortes con micrótopo de congelación de los especímenes fúngicos (unidad hongo/artrópodo) en lactofenol y lactofucsina y se examinaron mediante microscopía de campo luminoso. Las colecciones micológicas se incorporaron al Herbario Micológico “Albert S. Muller” (VIA) del Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Maracay, Estado Aragua, Venezuela.

Se tomaron medidas microclimáticas alrededor de cada planta. La temperatura y el porcentaje de humedad relativa se midieron con un termohigrómetro digital CE, BOE 330, de rango de temperatura de 0 a + 50 °C (± 1 °C) y humedad relativa de 25 a 95% (± 1 %). Este se colocó en el tronco de la planta, a la altura del pecho (a unos 1,4 m), y después de 5 min se anotaron las medidas.

Se midió también la incidencia de luz solar, utilizando un lucímetro Sper Scientific 840006, de rango 0 – 20000 Lux, medido en la escala de 20000 Lux

($\pm 7\%$ de la lectura, \pm FS). La incidencia de la luz se midió en dos posiciones: a) colocado en un borde del dosel de la planta y suspendido sobre la mano a una altura aproximada de 2 m, para medir la luz que incidía sobre la planta; b) colocado en el suelo, en la mitad del radio entre el tronco y el borde del dosel de la planta, con la intención de medir la luz que incidía en el suelo, debajo de la planta.

Se evaluaron la riqueza de especies (S = número total de especies), la abundancia (sumatoria del número de especímenes de cada una de las especies), el índice de diversidad de Shannon ($H' = - \sum p_i \ln p_i$, donde p_i es la proporción de individuos de la especie i), el índice de dominancia Berger-Parker (d = la proporción de la especie más abundante), el índice de equitabilidad de Shannon ($E = H'/H_{\max} = H'/\ln S$, donde H es el índice de diversidad de Shannon y $\ln S$ es el logaritmo natural del número de especies), y el porcentaje de similitud entre dos sitios ($PS = \sum \text{mínimo}(p_{1i}, p_{2i}) \times 100$, donde p_{1i} es la proporción de la especie i en el lugar 1 y p_{2i} es la proporción de la misma especie i en el lugar 2) (Roth *et al.* 1994).

Se comparó la riqueza y abundancia de hongos entomógenos sobre las plantas, así como los valores de temperatura, porcentaje de humedad relativa, y la incidencia de luz entre parcelas, utilizando la comparación de medias de Kruskal-Wallis (Siegel 1982). Se correlacionaron los valores de temperatura, porcentaje de humedad relativa y la incidencia de luz con la abundancia y riqueza de hongos entomógenos, por medio de la correlación de los rangos de Spearman (Siegel 1982).

Resultados

En las tres parcelas de cacao evaluadas se encontraron diez especies pertenecientes a ocho géneros de hongos entomógenos. Dichas especies se hospedaron sobre diversos artrópodos pertenecientes a las clases Insecta y Arachnida (Cuadro 2). Los hongos encontrados mostraron especificidad al orden de los artrópodos hospedantes, con excepción de *Verticillum lecanii* (Zimm.) Viégas y de dos especies no identificadas de *Torrubiella*, hallados sobre artrópodos de diversos órdenes.

Con respecto a los insectos hospedantes, estos pertenecen a cuatro órdenes, de los cuales Homoptera representó el grupo con mayor número de individuos afectados por hongos entomógenos (98,2%). Con relación a la clase Arachnida, se encontraron arañas del orden Araneidea atacadas por hongos (1,4%) (Cuadro 2).

Cuadro 2. Número de especímenes (hongo entomógeno sobre artrópodo) recolectados en 24 plantas de cacao por parcela, en Choróní, octubre 2000.

Hongo	Artrópodo hospedante	Parcelas			Total
		BI	MI	AI	
sp. aff. <i>Aegerita webberi</i> Fawcett	Aleyrodidae	1625	912	593 ^z	3130
<i>Aschersonia basicystis</i> Berk. & M.A. Curtis	Aleyrodidae	130	29 ^y	16 ^y	175
<i>Cordyceps</i> sp.	Diptera	1	0	0	1
<i>Gibellula pulcra</i> (Sacc.) Cavara	Arachnida	5	6	6	17
<i>Metarhizium anisopliae</i> (Metsch.) Sorok.	Blatellidae	1	0	0	1
<i>Podonectria</i> sp.	Cicadellidae	0	2	2	4
<i>Torrubiella</i> sp. 1	Arachnida	2	1	3	6
<i>Torrubiella</i> sp. 2	Coccidae	1	1	0	2
<i>Verticillium lecanii</i> (Zimm.) Viegas	Aleyrodidae	0	1	2	3
<i>V. lecanii</i>	Coccidae	1	1	0	2
<i>V. lecanii</i>	Hemiptera	0	0	1	1
<i>V. lecanii</i>	Insecta	2	2	2	6
<i>Verticillium</i> sp.	Arachnida	8	6	9	23

^z: $p < 0,05$, ^y: $p < 0,00$, respecto a la parcela BI (Kruskal-Wallis). Parcelas BI: bajo impacto. MI: moderado impacto. AI: alto impacto.

El total de especímenes de hongos entomógenos fue de 3371. Un hongo afín con *Aegerita webberi* Fawcett, sobre ninfas de mosca blanca, fue el más abundante (92,9% del total), seguido por *Aschersonia basicystis* Berk. & M.A. Curtis, con 5,2 %, mientras que las restantes ocho especies juntas representaron el 2,0% (Cuadro 2).

Las moscas blancas (Aleyrodidae) fueron el grupo de artrópodos más atacado por hongos entomógenos (98,1 %), específicamente por sp. aff. *A. webberi* y *A. basicystis* (Cuadro 2).

Cuadro 3. Abundancia, riqueza, equitabilidad (E), índice de diversidad de Shanon (H') y dominancia (d) de especies de hongos entomógenos, en tres parcelas de cacao, bajo diferentes manejos agronómicos. Choróní, octubre 2000.

	Parcelas		
	BI	MI	AI
Abundancia	1776	961 ^z	634 ^y
Riqueza	9	7 ^z	7
H	0,33	0,27	0,34
E	0,15	0,14	0,17
d	0,93	0,95	0,94

^z: $p < 0,05$, ^y: $p < 0,01$, respecto a la parcela BI (Kruskal-Wallis). Parcelas BI: bajo impacto. MI: moderado impacto. AI: alto impacto.

La riqueza y abundancia de hongos entomógenos variaron entre las parcelas, disminuyendo en aquellas donde se incrementó la intensidad del manejo agrícola: BI (nueve especies, 52,7% del total de individuos),

MI (ocho especies, 28,5%), y AI (siete especies, 18,8%) (Cuadro 3).

El índice de diversidad H' y el índice de equitabilidad (E) mostraron una ligera disminución en la parcela MI, en comparación con las otras dos parcelas. Los valores de equitabilidad fueron bajos, contrapuestos a los altos valores de dominancia (Cuadro 3). El porcentaje de similitud entre las parcelas de BI, AI y MI fue del 97% (en ambos casos) y entre AI y MI fue del 98%.

La riqueza de especies de hongos por planta fue mayor en la parcela BI en comparación con la de MI ($p < 0,05$), en tanto que la abundancia fue mayor en la parcela BI en comparación con la de MI ($p < 0,05$) y AI ($p < 0,01$), sin diferencias entre las parcelas MI y AI ($p > 0,05$) (Cuadro 3).

A. basicystis fue más abundante en la parcela BI, con respecto a las parcelas MI y AI ($p < 0,0001$, en ambos casos). *A. webberi* también fue más abundante en la parcela BI, pero solo con respecto a la de AI ($p < 0,05$). La abundancia de ambas especies no mostró diferencias entre las parcelas de MI y AI ($p > 0,05$) (Cuadro 2).

La parcela de MI mostró los mayores valores de temperatura e incidencia de luz sobre las plantas, así como los menores valores de humedad relativa, en comparación con los de BI y AI ($p < 0,0001$, en todos los casos). La incidencia de luz en BI mostró los menores niveles en comparación con las parcelas de MI y AI, tanto sobre las plantas ($p < 0,0001$, en ambos casos) como debajo de ellas ($p < 0,0001$ y $p < 0,05$, respectivamente) (Cuadro 4).

Cuadro 4. Promedio de temperatura, humedad relativa e incidencia de luz solar sobre y debajo de plantas de cacao, en parcelas bajo diferentes intensidades de manejo agronómico. Choroni, octubre 2000.

	Parcelas			Comparaciones		
	BI	MI	AI	BI-MI	MI-AI	BI-AI
Temperatura (°C)	23,2	25,2	23,2	x	x	ns
Humedad Relativa (%)	92,5	91,3	92,4	x	x	ns
Luz sobre planta (Lux)	951	1442	1205	x	z	x
Luz bajo planta (Lux)	513	894	684	x	z	z
Número de plantas	22	23	23			

z: $p < 0,05$, x: $p < 0,0001$ (Kruskal-Wallis, comparando entre parcelas). ns: no significativo.
Parcelas BI: bajo impacto. MI: moderado impacto. AI: alto impacto.

Cuadro 5. Valores de rs, de los rangos de correlación de Spearman, entre riqueza, abundancia y número de especímenes de afin *A. webberi* y *A. basicystis* con los valores de temperatura, % de humedad relativa (%HR) y luz sobre y debajo de las plantas de cacao. Choroni, octubre 2000.

	Temperatura	% HR	Luz arriba	Luz abajo
Riqueza de hongos	-0,15	0,01	-0,26 ^z	-0,24
Abundancia	-0,08	0,13	-0,18	-0,13
sp.aff. <i>A. webberi</i>	-0,03	0,1	-0,15	-0,09
<i>A. basicystis</i>	-0,19	0,22	-0,35 ^y	-0,40 ^x

z: $p < 0,05$, y: $p < 0,01$, x: $p < 0,001$ (rangos de correlación de Spearman).

La riqueza de hongos se correlacionó negativamente con la incidencia de luz sobre las plantas ($p < 0,05$). La abundancia de *A. basicystis* se correlacionó negativamente con la incidencia de luz sobre y debajo de las plantas de cacao ($p < 0,01$ y $p < 0,001$, respectivamente) (Cuadro 5).

Discusión

Los hongos sp. aff. *A. webberi*, *A. basicystis*, *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok, *Podonectria* sp. y *Torrubiella* sp. son citados por primera vez sobre artrópodos en cacaotales en Venezuela. *G. pulchra* sobre arañas y *V. lecanii* ya habían sido identificados sobre insectos del orden Homoptera en cacaotales del estado Miranda (Fazzino e Iturriaga 1993, Iturriaga y Fazzino 1993). Otras especies de hongos entomógenos identificadas en este cultivo son: *Hirsutella saussurei* (Cooke) Speare, *Cordyceps lloydii* H.S. Fawc. y *C. unilateralis* (Tul.) Sacc. sobre Hymenoptera, e *Hirsutella versicolor* Petch sobre insectos del orden Homoptera (Iturriaga y Fazzino 1993). Se encontraron también *Akantomyces pistillariiformis* (Pat.) Samson & H.C. Evans, *Akantomyces aculeatus* Lebert, *Stilbella buquetti* Mont. & C. Robin y *Sporothrix* sobre artrópodos de los órdenes Lepidoptera, Orthoptera, Coleoptera y Arachnida (Fazzino e Iturriaga 1993).

La marcada abundancia del hongo sp. aff. *A. webberi* sobre moscas blancas en el cacaotal evaluado señala el efecto regulador que este hongo ejerce sobre dichos homópteros. Algunos autores han reportado la importancia económica de *A. webberi* como controlador biológico de escamas y moscas blancas en el cultivo de cítricos (Fawcet 1910, Roberts y Humbert 1981).

Los hongos *G. pulchra*, *Torrubiella* sp. y *Verticillium* sp. afectaron las arañas, grupo de artrópodos que actúa como depredador de insectos plagas potenciales (Greenberg 2002). Evans y Samson (citados por Tzean et al. 1997) señalaron que la mortalidad de arañas debida a infecciones por hongos puede afectar el biocontrol de plagas ejercido por este grupo de artrópodos.

La información acerca de los valores de riqueza de hongos entomógenos se obtuvo de un solo estrato de la plantación, específicamente de las hojas, pero si se hubieran considerado otros estratos, como la hojarasca, junto con un período más largo de muestreo, se esperaría que estos valores de riqueza y diversidad de especies aumenten, según lo señalado por Evans (1974, 1982, 2002), quien realizó estudios en bosques tropicales y en ecosistemas cultivados en África y Sudamérica y determinó una gran riqueza de hongos entomógenos.

La mayor abundancia y riqueza de hongos entomógenos en el agroecosistema de la parcela BI sugiere

re que sus condiciones microambientales favorecen el establecimiento y colonización de este grupo de hongos, en comparación con las parcelas de MI y AI. El mayor número de plantas de cacao y de árboles de sombra y un solapamiento más estrecho entre el dosel de las plantas de cacao, así como el crecimiento y la permanencia de plantas silvestres dentro de la parcela de BI, proporcionaron más sombra en el estrato bajo de la plantación, lo que a su vez provocó una menor incidencia de luz solar sobre y debajo de las plantas de cacao, y un mayor porcentaje de humedad relativa y temperaturas menores en comparación con las otras dos parcelas.

Evans (1982) y Evans y Samson (1984) señalaron que la abundancia de los hongos entomógenos en los bosques tropicales primarios es consecuencia del denso dosel, que permite que el microclima se mantenga estable. Otros autores han señalado la importancia de la sombra en la supervivencia de las esporas de los hongos entomógenos (Arthurs *et al.* 2001, Evans 2002).

La abundancia y riqueza de hongos entomógenos son significativamente mayores en bosques no intervenidos, en comparación con bosques degradados y en las plantaciones de cacao pobremente sombreadas (Evans 1974; Samson *et al.*, citados por Evans 2002). Sanjuán *et al.* (2002) obtuvieron resultados contrarios, con una menor abundancia de *Cordyceps* en hormigas de un bosque poco perturbado en comparación con un bosque con acción antrópica, señalando que la humedad relativa más elevada determinó esta mayor abundancia. Esto coincide con lo señalado por otros autores (Milner y Lutton 1986, Skinner *et al.* 1991, Tzean *et al.* 1997, Cagan y Barta 2001, Sujii *et al.* 2002).

Las tres parcelas evaluadas eran contiguas, en una ligera pendiente, desde la parcela de BI hacia la de AI y posteriormente a MI, y el agua de riego corría en esta misma dirección. Primero se saturaba de agua la primera parcela, después la segunda y finalmente la tercera, de manera que la parcela BI recibió un tiempo neto de riego mayor que las parcelas de AI y MI. Este diferencial de riego al que son sometidas las tres parcelas concordó con los mayores porcentajes de humedad relativa en la parcela de BI y menores para la

de MI. Así, los mayores niveles de humedad en la parcela BI pudieron contribuir a la mayor riqueza y abundancia de hongos en ella.

La aplicación de agroquímicos es una de las prácticas agronómicas que pueden limitar la riqueza y abundancia de los hongos entomógenos (Smith y Hardee 1996, Mietkiewski *et al.* 1997, Lagnaoui y Radcliffe 1998, Latteur y Jansen 2002). Las medidas de combate de enfermedades, particularmente la aplicación de fungicidas, pueden reducir la efectividad de los hongos entomógenos en el cultivo de cacao y generar problemas con plagas (Evans 2002). Urueta (1980) demostró que el oxiclورو de cobre y el azufre en diferentes concentraciones inhibían significativamente el crecimiento del micelio, la producción y la germinación de conidios en aislamientos de *Hirsutella thompsonii* F.E. Fisher aislado del ácaro *Retracrus elaeis* Keifer, plaga de la palma africana (*Elaeis guineensis* Jacq.).

En plantaciones de algodón en Estados Unidos se evidenció que un grupo de fungicidas disminuyó el efecto del hongo *Neozygites fresenii* (Nowakowski) Batko sobre el áfido *Aphis gossypii* Glover (Smith y Hardee 1996).

Aunque la aplicación de plaguicidas puede disminuir rápidamente la población de plagas, en el largo plazo el control con hongos entomógenos es más efectivo (Langewald *et al.* 1999), cuando ocurren las condiciones adecuadas para el establecimiento y la efectividad de esos hongos. Por eso, sería importante considerar el efecto local de las prácticas agronómicas sobre otros agentes bióticos favorables al cultivo, para implementar aquellas que favorezcan agentes bióticos que puedan actuar de forma sinérgica para mejorar la producción, conservación y sostenibilidad del cultivo del cacao, dentro de un programa de manejo integrado de plagas.

Agradecimientos

Al FONACIT, por financiar parte de esta investigación; a FUNDACITE-Aragua, por permitir que este trabajo se realizara dentro de las parcelas experimentales a su cargo; a Kai Rosenberg y Maximiliano Moscoso, por permitir, apoyar y colaborar con la realización de este trabajo en la Hacienda La Sabaneta; a Glenda Aponte, José Vargas y José Loyo por su entusiasta participación en el trabajo de campo.

Literatura citada

- Altieri, MA. 1999. Agroecología: bases científicas para una agricultura sustentable. Montevideo, UR, Editorial Nordan-Comunidad. 338 p.
- _____; Nicholls, C. 2000. Agroecología: Teoría y práctica para una agricultura sustentable. Distrito Federal, MX, Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. 250 p. (Serie Textos Básicos para la Formación Ambiental no. 4).
- Arthurs, S; Thomas, M; Lawton, J. 2001. Seasonal patterns of persistence and infectivity of *Metarhizium anisopliae* var. *acridum* in grasshopper cadavers in the Sahel. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 100: 69-76.
- Cagan, L; Barta, M. 2001. Seasonal dynamics and entomophthorean infection of the pea aphid, *Acyrtosiphon pisum* Harris. *Plant Protection Science* 37(1):17-24.
- Evans, HC. 1974. Natural control of arthropods, with special reference to ants (Formicidae), by fungi in the tropical high forest of Ghana. *Journal of applied Ecology* 11:37-49.
- _____. 1982. Entomogenous fungi in tropical forest ecosystems: an appraisal. *Ecological Entomology* 7:47-60.
- _____. 2002. Disease and sustainability in the Cocoa agroecosystem (en línea). Consultado 9 set. 2002. Disponible en <http://natzoo.si.edu/smbc/Research/Cacao/evans.htm>.
- _____; Samson RA. 1984. *Cordyceps* species and their anamorphs pathogenic on ants (Formicidae) in tropical forest ecosystems. II. The *Camponotus* (Formicidae) complex. *Transactions of the British Mycological Society* 82:127-150.
- Fawcett, H. 1910. An important entomogenous fungus. *Mycologia* 2: 64-168.
- Fazzino, F; Iturriaga, T. 1993. Hongos entomógenos en cacaotales de la zona de caucagua, estado Miranda I: en Lepidoptera, Orthoptera, Coleoptera, Arachnida. In *Convención Anual de ASOVAC* (43, 1993, Mérida, VE). Memoria. *Acta Científica Venezolana* 44(supl.1):43.
- Fournier, V; Brodeur, J. 2000. Dose-response susceptibility of pest aphids (Homoptera: Aphididae) and their control on Hydroponically grown lettuce with the entomopathogenic fungus *Verticillium lecanii*, Azadirachtin, and insecticidal soap. *Pest Management and Sampling* 29(3):568-578.
- Fuhlendorf, SD; Engle, DM; Arnold, DC; Bidwell, TG. 2002. Influence of herbicide application on forb and arthropod communities of North American tall grass prairies. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 92(2-3): 251-259.
- Greenberg, R. 2002. Biodiversity in the cacao agroecosystem: Shade Management and landscape considerations (en línea). Consultado 9 set. 2002. Disponible en <http://natzoo.si.edu/smbc/Research/Cacao/russ.htm>.
- Iturriaga, T; Fazzino, F. 1993. Hongos entomógenos en cacaotales de la zona de Caucagua, estado Miranda II: en Hymenoptera, Homoptera, Diptera. In *Convención Anual de ASOVAC* (43, 1993, Mérida, VE). Memoria. *Acta Científica Venezolana* 44(supl.1):43.
- Lagnaoui, A; Radcliffe, EB. 1998. Potato fungicides interfere with entomopathogenic fungi impacting population dynamics of green peach aphid. *American Journal of Potato Research* 75(1):19-25.
- Langewald, J; Ouambama, Z; Mamadou, A; Peveling, R; Stolz, I; Bateman, R; Attignon, S; Blanford, S; Arthurs, S; Lomer, C. 1999. Comparison of an organophosphate insecticide with a mycoinsecticide for the control of *Oedaleus senegalensis* (Orthoptera: Acrididae) and other Sahelian grasshoppers at an operational scale. *Biocontrol Science and Technology* 9(2):199-214.
- Latteur, G; Jansen, JP. 2002. Effects of 20 fungicides on the infectivity of the aphid entomopathogenic fungus *Erynia neophidis*. *BioControl Dordrecht* 47(4): 435-444.
- Lecuona, R; Papierok, B; Riba G. 1996. Hongos entomógenos. In Lecuona R. ed. *Microorganismos patógenos empleados en el control microbiano de insectos plaga*. Argentina, Talleres Gráficos Mariano Mas. p. 35-60.
- Mietkiewski, RT; Pell, JK; Clark, SJ. 1997. Influence of pesticide use on the natural occurrence of entomopathogenic fungi in arable soils in the UK: Field and laboratory comparisons. *Biocontrol Science and Technology* 7(4):565-575.
- Milner, RJ; Lutton, JJ. 1986. Dependence of *Verticillium lecanii* (Fungi: Hyphomycetes) on high humidities for infection and sporulation using *Myzus persicae* (Homoptera: Aphididae) as host. *Journal of Economic Entomology* 15: 380-382.
- Moreno, CE. 2001. Métodos para medir la Biodiversidad. Manuales y Tesis. Zaragoza, ES, Sociedad de Entomología Aragonesa. 83 p.
- Nestel, D; Altieri, MA. 1992. The weed community of Mexican coffee agroecosystems: effect of management upon plant biomass and species composition. *Acta Oecologica* 13(6):715-726.
- Power, A; Flecker, A. 2000. Agroecosystems and Biodiversity (en línea). Consultado 4 mayo 2000. Disponible en <http://www.si.edu/smbc/cacao/power.htm>.
- Rodríguez, N; Parra, D. 1999. Informe del primer año (junio 98-junio 99). Proyecto Aplicación del Referencial Tecnológico en tres localidades productoras de cacao y su repercusión en los aspectos socioeconómicos y productivos del cultivo en el estado Aragua. 97 p.
- Roth, D; Perfecto, I; Rathcke, B. 1994. The effects of management systems on ground-Foraging ant diversity in Costa Rica. *Ecological Applications* 4(3):423-436.
- Roberts, D; Humbert R. 1981. Entomogenous fungi. In *Biology of conidial fungi*. Eds. C. Garry; K. Bryce. New York, US, Academic Press. 2:207
- Ruf, F; Zadi, H. 2000. Cacao: from deforestation to reforestation (en línea). Consultado 4 mayo 2000. Disponible en <http://www.si.edu/smbc/cacao/ruf.htm>.
- Saarinen, K. 2002. A comparison of butterfly communities along field margins under traditional and intensive management in SE Finland. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 90(1):59-65.
- Sanjuán, T; Henao, L; Amat, G. 2002. Distribución espacial de *Cordyceps* spp. (Ascomycotina: Clavicipitaceae) y su impacto sobre las hormigas en selvas del piedemonte amazónico de Colombia (en línea). Consultado 24 dic. 2002. Disponible en <http://rbt.ots.ac.cr/revistas/49-3/sanjuan/sanjuan.html>.
- Siegel S. 1982. Estadística no paramétrica aplicada a la ciencia de la conducta. Editorial Trillas. México. 344 p.
- Skinner, M; Parker, BL; Bergdahl, DR. 1991. *Verticillium lecanii*, isolated from larvae of pear thrips, *Taeniothrips inconsequens*, in Vermont. *Journal Invertebrate Pathology* 58(2):157-163.
- Smith, MT; Hardee, DD. 1996. Influence of fungicides on development of an entomopathogenic fungus (Zygomycetes: Neozygiteaceae) in the cotton aphid (Homoptera: Aphididae). *Biological Control* 25(3): 677-687.

- Sujii, ER; Carvalho, VA; Tigano, MS. 2002. Cinética da esporulação e viabilidade de conídios de *Nomuraea rileyi* (Farlow) Samson sobre cadavers da lagarta da soja, *Anticarsia gemmatalis* Hubner (Lepidoptera: Noctuidae), em condições de campo. *Neotropical Entomology* 31(1):85-90.
- Tzean, S; Hsieh, L; Wu, W. 1997. The genus *Gibellula* on spiders from Taiwan. *Mycologia* 89(2):309-318.
- Urueta, E. 1980. Control del acaro *Retracrus elaeis* Keifer mediante el hongo *Hirsutella thompsonii* Fisher e inhibición de este por dos funguicidas. *Revista Colombiana de Entomología* 6(1 y 2):3-10.
- Vandermeer, J; Perfecto, I. 2000. La biodiversidad y el control de plagas en sistemas agroforestales. *Manejo Integrado de Plagas* 55:1-5.
- Vidal, R. 2002. III Informe Anual de las actividades realizadas en la localidad de Choroní. Proyecto no. 97003011: "Referencial Tecnológico del cacao". Fundacite Aragua – Fagro-UCV-FONAIAP-Proyecto no. 97003010. Informe Final Proyecto "Aplicación del Referencial Tecnológico en tres localidades Productoras de cacao y su repercusión en los aspectos socioeconómicos y productivos del cultivo en el estado Aragua". 326 p.

Manejo de *Cyperus rotundus* con alternativas al bromuro de metilo en tomate de mesa

James P. Gilreath
Bielinski M. Santos¹

RESUMEN. Se condujeron dos estudios de campo para comparar el efecto de combinaciones de diversos fumigantes del suelo y herbicidas sobre el crecimiento de *Cyperus rotundus* (coquillo) y los rendimientos de tomate (*Lycopersicon esculentum*), como alternativas al bromuro de metilo (BrM). Los tratamientos consistieron de: a) un testigo sin fumigar; b) BrM + cloropicrín [pic] (67/33%, respectivamente) a una dosis de 400 kg/ha; c) pic + pebulato a 400 y 4,5 kg/ha; d) pic + napropamida a 400 y 4,5 kg/ha; e) metam sodio (MNa) + pebulato a 945 L/ha y 4,5 kg/ha; f) MNa + napropamida a 950 y 4,5 kg/ha; g) C-17 + pebulato a 330 L/ha y 4,5 kg/ha; h) C-35 + pebulato a 225 L/ha y 4,5 kg/ha; i) C-17 + napropamida a 330 L/ha y 4,5 kg/ha, y j) C-35 + napropamida a 225 L/ha y 4,5 kg/ha. Hubo un efecto significativo en el vigor, control de coquillo y número y peso de frutos comerciales. Todas las combinaciones de fumigantes y herbicidas presentaron igual número y peso de frutos comerciales que el BrM, y fueron superiores al testigo sin fumigar. Todas las combinaciones, excepto el testigo, resultaron en bajas densidades poblacionales de coquillo (≤ 20 plantas/m²) hasta las seis semanas.

Palabras clave: Fumigantes, herbicidas, 1,3-dicloropropeno, cloropicrín, metam sodio, napropamida, pebulato, *Lycopersicon esculentum*.

ABSTRACT. *Cyperus rotundus* (purple nutsedge) management with methyl bromide alternatives in tomato. Field trials were conducted to compare the effect of different soil fumigant and herbicide combinations as alternatives to MBr applications on purple nutsedge growth and tomato yields. Treatments consisted of an untreated control; methyl bromide (MBr) + chloropicrin (Pic) [67/33%] at a rate of 400 kg/ha; Pic + pebulate at 400 and 4.5 kg/ha; metam sodium (MNa) + pebulate at 945 L/ha and 4.5 kg/ha; 1,3-dichloropropene + Pic (83/17%) [C-17] + pebulate at 330 L/ha and 4.5 kg/ha; C-35 + pebulate at 225 L/ha and 4.5 kg/ha; Pic + napropamide at 400 and 4.5 kg/ha; MNa + napropamide at 950 and 4.5 kg/ha; C-17 + napropamide at 330 L/ha and 4.5 kg/ha; and C-35 + napropamide at 225 L/ha and 4.5 kg/ha. There were significant effects for plant vigor, purple nutsedge control and fruit number and weight. All fumigant and herbicide combinations tested showed to be equal in fruit weight to MBr, but different to the unchecked control. Also, all treatments, except the untreated control, resulted in a low nutsedge density (≤ 20 plants/m²) for up to six weeks.

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

Introducción

El tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) es el vegetal de mayor valor comercial en los Estados Unidos (USDA 1999). En la Florida, este cultivo produce más de US\$600 millones al año y representa más del 30% del total de rubros hortícolas producidos en el estado (USDA 1998). Los coquillos (*Cyperus rotundus* L. y *Cyperus esculentus* L.) se consideran como las malezas más importantes en el mundo (Holm *et al.* 1991). Esta situación no es una excepción en los campos de toma-

te de mesa que se cultivan con coberturas plásticas o *mulch*. Los coquillos penetran las coberturas plásticas y compiten con el cultivo por factores esenciales como el agua, nutrientes y espacio, lo cual resulta en la reducción del crecimiento (Santos *et al.* 1997). Cuando los coquillos no son controlados, pueden reducir el rendimiento del tomate hasta en un 40% (Morales-Payan *et al.* 1997). Entre las medidas comúnmente usadas para controlar coquillos, los medios químicos

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

son los más frecuentes; sin embargo, en tomate existen pocos herbicidas selectivos que controlen estas malezas (Stall y Gilreath 2000). La estrategia química más común se ha basado en aplicaciones de herbicidas no selectivos, como paraquat y glifosato, entre hileras de siembra, junto a inyecciones en las camas de siembra con bromuro de metilo (BrM).

El BrM está considerado como un degradador de la capa de ozono y será eliminado del mercado de los países desarrollados en el 2005 (Watson *et al.* 1992). Esto dejará a los productores de vegetales con coberturas plásticas sin el producto más efectivo para controlar coquillo en las camas de siembra. Más aún, debido al amplio espectro del BrM, la búsqueda de alternativas para su reemplazo debe incluir diversas combinaciones de moléculas dentro de una estrategia de manejo integrado, para así reducir el impacto de malezas, nematodos y hongos del suelo (Stall 1999). En hortalizas, varios estudios previos han indicado el potencial de diferentes alternativas al BrM, tales como 1,3-dicloropropeno (1,3-D) combinado con cloropicrín (pic) para controlar patógenos de suelo y malezas anuales de reproducción sexual (Gilreath *et al.* 1994, Jones *et al.* 1995). Este producto se vende en concentraciones de 83/17 (1,3-D/pic) y 65/35% (1,3-D/pic), referidos en este artículo como C-17 y C-35, respectivamente.

Sin embargo, el manejo de los coquillos continúa siendo un desafío en estos cultivos (Gilreath *et al.* 1999, Locascio 1999). Algunos fumigantes de suelo, como pic o 1,3-D aplicados solos, han mostrado un control poco eficaz de las especies de coquillos (Gilreath *et al.* 1994). Por lo tanto, se requiere de investigación adicional para determinar el efecto de diferentes combinaciones de fumigantes de suelo y herbicidas sobre estas malezas. El objetivo de este estudio fue comparar el efecto de dichas combinaciones sobre las densidades del coquillo morado y sobre los rendimientos de tomate de mesa.

Materiales y métodos

Se llevaron a cabo dos estudios de campo durante 1996 y 1997 en el Gulf Coast Research and Education Center de la Universidad de Florida en Bradenton, Estados Unidos. El suelo se clasificó como una arena fina, serie Eau Gallie (Alfic Haplaquods), con 1% de materia orgánica y pH 7,3. Los campos seleccionados tienen un amplio historial de poblaciones elevadas de coquillo morado. Durante ambos experimentos, se distribuyeron diez tratamientos en un diseño de blo-

ques completos al azar con seis repeticiones. Los tratamientos fueron:

- a) Un testigo sin fumigar
- b) BrM + pic (67/33%, respectivamente), a una dosis de 400 kg/ha
- c) Pic + pebulato, a 400 y 4,5 kg/ha
- d) Pic + napropamida, a 400 y 4,5 kg/ha
- e) Metam sodio (MNa) + pebulato, a 945 L/ha y 4,5 kg/ha
- f) MNa + napropamida, a 950 y 4,5 kg/ha
- g) C-17 + pebulato, a 330 L/ha y 4,5 kg/ha
- h) C-35 + pebulato, a 225 L/ha y 4,5 kg/ha
- i) C-17 + napropamida, a 330 L/ha y 4,5 kg/ha
- j) C-35 + napropamida, a 225 L/ha y 4,5 kg/ha

Antes de la preparación de las camas, se aplicó fertilizante al voleo (15-0-25 N-P-K), a una dosis de 285 kg/ha, y se incorporó inmediatamente con rastra. Una vez preformadas las camas, los herbicidas se aplicaron en preemergencia, directamente al suelo, tres semanas antes del trasplante, con una bomba de tractor de tres boquillas planas 8004, calibrada a 275 L/ha y presurizada a 240 kPa. Los herbicidas se incorporaron inmediatamente al suelo entre 15 y 20 cm de profundidad con un rotovactor. Al día siguiente, se presionaron las camas de siembra y todos los fumigantes, excepto MNa, se aplicaron con un equipo inyector de tres cinceles espaciados a 30 cm entre inyectores. Se usó un medidor de flujo para controlar la cantidad de fumigante inyectada a 5 cm por debajo de la superficie de las camas. El MNa se asperjó sobre las camas y se incorporó a 15 cm de profundidad con un motocultor.

Se utilizaron plántulas de tomate var. 'Solar Set', las cuales fueron trasplantadas sobre camas elevadas cubiertas con plástico negro de 0,038 mm de espesor. Los tratamientos se establecieron con hileras simples de tomate, sembradas a 0,30 m sobre camas de 10,65 m de largo por 0,70 m de ancho ($\approx 8 \text{ m}^2$). El riego fue por goteo, de acuerdo con las necesidades hídricas del cultivo, y se utilizó riego subsuperficial para mantener la capa freática a 45 cm del suelo. Los insecticidas y funguicidas foliares se aplicaron siguiendo las recomendaciones locales para el cultivo (Maynard *et al.* 2002).

Las densidades de coquillo se determinaron contando las plantas que emergieron a través del plástico a las seis y diez semanas después del trasplante (sdt) en toda el área de las unidades experimentales. El vigor de las plantas de tomate se determinó usan-

do una escala de 0 a 100%, donde 0% significa muerte de las plantas y 100% indicaba ausencia de daño visible. Esta variable se estimó a las siete y diez sdt, como indicadora de las toxicidades de los fumigantes y herbicidas. Los tratamientos se cosecharon dos veces durante cada ensayo (12 y 14 sdt) y los frutos se contaron y clasificaron según los siguientes estándares del mercado: a) rechazados, b) medianos, c) grandes y d) extragrandes. Los valores de vigor se normalizaron con la transformación de arcoseno antes de cualquier otro análisis. Los datos de vigor y rendimiento fueron examinados con análisis de varianza ($P=0,05$) y las diferencias significativas se separaron con la prueba K de Waller-Duncan al 5% de significancia. Debido a la falta de normalidad y de homogeneidad de varianzas de las densidades de coquillo, los valores se examinaron con la prueba no paramé-

trica de Friedman ($P=0,05$), y las diferencias significativas se separaron con la prueba K de Waller-Duncan al 5% de significancia.

Resultados y discusión

Para todas las variables estudiadas, no hubo interacción significativa ($P>0,05$) experimento por tratamiento. Por lo tanto, los resultados de los dos experimentos fueron combinados para el análisis. En cuanto al vigor de las plantas de tomate, los tratamientos tuvieron un efecto significativo ($P<0,05$) sobre esta variable. Todos los fumigantes probados resultaron en plantas más vigorosas que el testigo a las siete y diez sdt (Cuadro 1). A las siete sdt, la mayoría de los tratamientos fueron estadísticamente iguales a BrM + Pic, excepto Pic + pebulato. A las 10 sdt, todos los tratamientos con fumigantes presentaron un vigor de plantas $\geq 81\%$.

Cuadro 1. Efecto de algunas combinaciones de fumigantes y herbicidas sobre el vigor del tomate.

Tratamiento	Dosis (ia/ha)	Vigor (%) ^x	
		7 sdt	10 sdt
Testigo	—	74 c	75 f
MBr + 33% pic	400 kg	94 a	88 a
Pic + pebulato	400 kg + 4,5 kg	90 b	87 abc
MNa + pebulato	950 L + 4,5 kg	92 ab	81 e
Pic + napropamida	400 kg + 4,5 kg	93 ab	87 abc
MNa + napropamida	950 L + 4,5 kg	90 ab	81 e
C-17 + pebulato	330 L + 4,5 kg	92 ab	84 bcd
C-35 + pebulato	225 L + 4,5 kg	92 ab	82 de
C-17 + napropamida	330 L + 4,5 kg	92 ab	86 abc
C-35 + napropamida	225 L + 4,5 kg	93 ab	87 ab

^xDatos transformados con arcoseno y medias separadas con la prueba K de Waller-Duncan ($P=0,05$).

Cuadro 2. Efecto de combinaciones de fumigantes y herbicidas sobre la densidad de coquillo morado (*Cyperus rotundus*) en tomate.

Fumigante	Dosis (ia/ha)	Densidad de coquillo ^x (plantas/m ²)	
		6 sdt	10 sdt
Testigo	—	107 a	105 a
MBr + 33% pic	400 kg	0 b	0 d
Pic + pebulato	400 kg + 4,5 kg	0 b	2 d
MNa + pebulato	950 L + 4,5 kg	10 b	42 b
Pic + napropamida	400 kg + 4,5 kg	5 b	5 d
MNa + napropamida	950 L + 4,5 kg	20 b	50 b
C-17 + pebulato	330 L + 4,5 kg	5 b	43 b
C-35 + pebulato	225 L + 4,5 kg	20 b	2 d
C-17 + napropamida	330 L + 4,5 kg	13 b	38 b
C-35 + napropamida	225 L + 4,5 kg	7 b	18 c

^xValores analizados con la prueba no paramétrica de Friedman y medias separadas con la prueba K de Waller-Duncan ($P=0,05$).

Cuadro 3. Efecto de combinaciones de fumigantes y herbicidas sobre el rendimiento en número y peso de frutos de tomate.

Tratamiento	Dosis (ai/ha)	Número (x 1000) ^x			Peso(t/ha)
		XG ^y	G	M	
Testigo	—	158,5 a	149,4 e	231,3 f	27,3 b
MBr + 33% pic	400 kg	175,8 a	192,1 a-d	352,5 a	42,3 a
Pic + pebulato	400 kg + 4,5 kg	196,9 a	197,0 abc	317,1 bc	43,5 a
MNa + pebulato	950 L + 4,5 kg	228,5 a	175,6 cd	261,9 e	45,2 a
Pic + napropamida	400 kg + 4,5 kg	213,1 a	211,5 a	329,9 ab	45,1 a
MNa + napropamida	950 L + 4,5 kg	207,6 a	172,1 d	265,3 e	39,8 a
C-17 + pebulato	330 L + 4,5 kg	192,8 a	189,3 a-d	310,5 bc	41,3 a
C-35 + pebulato	225 L + 4,5 kg	193,3 a	195,4 abc	300,0 cd	41,7 a
C-17 + napropamida	330 L + 4,5 kg	214,8 a	196,6 abc	308,9 bc	44,5 a
C-35 + napropamida	225 L + 4,5 kg	203,0 a	205,1 ab	310,5 bc	44,5 a

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

^yXG, G y M significa frutos extragrandes, grandes y medianos, respectivamente.

En cuanto a la densidad de la maleza, hubo efecto significativo ($P<0,05$) a las seis y diez sdt. A las seis sdt, solamente el testigo fue diferente a los demás tratamientos, los cuales no difirieron entre sí (Cuadro 2). Sin embargo, a las diez sdt, los tratamientos que contenían MNa o C-17 mezclados con pebulato o napropamida presentaron el mismo nivel de control de coquillo, el cual fue superior al testigo sin fumigar, pero inferior a los demás tratamientos. Esto podría indicar la reducción del efecto de estos productos a las diez sdt.

El número de frutos de tomate cosechados fue influenciado por los tratamientos ($P<0,05$); sin embargo, cuando se analizaron los tamaños por separado, se encontró que ni la categoría de rechazado (datos no presentados) ni los extragrandes fueron afectados por los tratamientos (Cuadro 3). Entre los tomates grandes y medianos, el testigo fue inferior a todos los demás. En los frutos grandes, todas las combinaciones fueron iguales a BrM + pic; sin embargo, en los frutos medianos, solo pic + napropamida fue igual a BrM + pic. En cuanto al peso de frutos comerciales, no hubo diferencias significativas entre los fumigantes aplicados, los

cuales fueron superiores al testigo, que mostró una reducción de rendimiento de alrededor del 35% con respecto al BrM + pic (Cuadro 3).

Los resultados indican que todas las combinaciones de fumigantes y herbicidas permitieron al cultivo tener bajas densidades de coquillo morado por al menos seis semanas. Durante ese período, la mayor densidad de la maleza obtenida en las combinaciones de fumigantes con herbicidas fue de 20 plantas/m². Cuando se consideran diez semanas de manejo, una densidad de coquillo morado de hasta 50 plants/m² no fue suficiente para afectar significativamente el rendimiento comercial del tomate de mesa. Por lo tanto, bajo las condiciones de estos ensayos, cuando se mantienen las densidades de coquillo morado por debajo de 20 y 50 plantas/m² a las seis y diez semanas, respectivamente, se pueden obtener rendimientos comerciales similares a los del BrM + pic (67/33%). Estos resultados pueden servir para profundizar el conocimiento con respecto a estrategias de manejo que permitan reducir aún más el impacto de esta maleza en el cultivo.

Literatura citada

- Firbank, LG; Watkinson, AR. 1990. On the effects of competition: From monocultures to mixtures. In Eds. JB Grace and D Tilman. Perspectives on Plant Competition. San Diego, CA, US, Academic Press. p. 165-192.
- Gilreath, JP; Jones, JP; Overman, AJ. 1994. Soilborne pest control in mulched tomato with alternatives to methyl bromide. Proceedings of the Florida State Horticultural Society 107:156-159.
- _____; Noling, JW; Gilreath, PR. 1999. Soilborne pest control in tomato, pepper and double-cropped cucumbers. FACTS Vegetable and Methyl Bromide Proc. p. 22-25.
- Holm, LG; Plucknett, DG; Pancho, JV; Herberger, JP. 1991. The World's Worst Weeds: Distribution and Biology. Malabar, FL, US, Krieger Publishing Co. 550 p.
- Jones, JP; Gilreath, JP; Overman, AJ. 1995. Control of soilborne disease of mulched tomato by fumigation. Proceedings of the Florida State Horticultural Society 108:201-203.
- Liebman, M; Robicheaux, RH. 1990. Competition by barley and pea against mustard: Effects on resource acquisition, photosynthesis and yield. Agriculture, ecosystems and environment 31:155-172.

- Locascio, SJ. 1999. Alternatives to methyl bromide fumigation for polyethylene-mulched strawberries. *Proceedings of the Florida State Horticultural Society* 108:25-26.
- Maynard, DN; Hochmuth, GJ; Vavrina, CS; Stall, WM; Kucharek, TA; Webb, SE; Taylor, TG; Smith, SA. 2002. Tomato production in Florida. *In* Olson, SM; Maynard, DN. eds. *Vegetable Production Guide for Florida, 2002-2003*. Gainesville, Fla., US, IFAS-University of Florida. p. 259-270.
- Morales-Payan, JP; Stall, WM; Shilling, DG; Dusky, JA; Bewick, TA. 1997. Influence of nitrogen on the interference of purple and yellow nutsedge (*Cyperus rotundus* and *Cyperus esculentus*) with tomato (*Lycopersicon esculentum*). *HortScience* 32:431.
- Santos, BM; Bewick, TA; Stall, WM; Shilling, DG. 1997. Competitive interactions of tomato (*Lycopersicon esculentum*) and nutsedges (*Cyperus* spp.). *Weed Science* 45:229-233.
- Stall, WM; Gilreath, JP. 2002. Weed control in tomato. *In* Stall, WM. eds. *Weed Management in Florida Fruits and Vegetables, 2002-2003*. Gainesville, Fla, US, IFAS-Univ. of Florida. p. 55-58.
- _____. 1999. Integrating non-chemical methods to enhance weed management. *FACTS Vegetable and Methyl Bromide Proc.* p. 9-10.
- USDA (U.S. Department of Agriculture). 1998. *Vegetables: Acreage, production and value*. Florida Agricultural Statistics Service, Orlando, FL. Consultado 29 enero 1998. Disponible en <http://www.nass.usda.gov>.
- _____. 1999. *Vegetables: 1999 Summary*. Washington, DC, National Agricultural Statistics Service. p. IV-29.
- Watson, RT; Albritton, DT; Anderson, SO; Lee-Bapty, S. 1992. Methyl bromide: Its atmospheric science, technology and economics. *Montreal Protocol Assessment Suppl.* Nairobi, KE, United Nations Environmental Programme on Behalf of the Contracting Parties to the Montreal Protocol. 234 p.

Artrópodos asociados con *Guadua angustifolia* almacenada en Pereira, Colombia

Adriana Sáenz Aponte¹
Jorge Augusto Montoya²
Michael Tistl³

RESUMEN. En la Facultad de Ciencias Ambientales de la Universidad Tecnológica de Pereira (Risaralda-Colombia), se desarrolló el proyecto de identificación de artrópodos presentes en trozas de *Guadua angustifolia* (Bambusoideae: Gramineae), almacenada durante 10 meses con los tratamientos de inyección, inmersión, humo, boucherie + ácido piroleñoso, boucherie + ácido bórico + bórax y natural. Se seleccionaron al azar cuatro o cinco trozas por tratamiento para el muestreo de artrópodos. Se identificaron 13 especies pertenecientes a cinco órdenes y 10 familias. El orden más abundante fue Coleoptera, destacándose las especies *Dinoderus minutus* (Fabricius) (Bostrichidae) y *Eucalandra setulosus* (Gyllenhal) (Curculionidae). Otras especies de Coleoptera identificadas fueron *Tribolium castaneum* (Herbst) (Tenebrionidae); *Gnatocerus cornutus* (F.) (Tenebrionidae); *Catolethrus fallax* Boheman (Curculionidae) y *Rhizophagus* sp. (Rizophagidae). Del orden Hymenoptera se identificaron las especies *Rhabdepyris* sp. (Bethyidae), *Eusandalum* sp. (Eupelmidae), *Brasema* sp. (Eupelmidae), *Bracon* sp. (Braconidae) y *Necremnus* sp. (Eulophidae). Del orden Hemiptera, se identificaron las especies *Fulvius peregrinator* Kirkaldy (Miridae) y *Physopleurella mundula* (White) (Anthocoridae), y se encontraron especies de Psocidos pertenecientes a las familias Pachytroctidae, Liposcellidae y Amphlentomidae. También se hallaron ácaros foréticos de la familia Macrochelidae, asociados a adultos de *D. minutus*. En el 65% del muestreo la población de *D. minutus* fue reducida, principalmente en las guaduas tratadas con inyección e inmersión con solución de bórax y ácido bórico, y aunque el material preservado presentó intentos de ataque, estos no se desarrollaron debido a la acción del preservante. En cuanto a las guaduas naturales, la presencia de insectos fue de 90%, con promedios superiores a los 50 individuos.

Palabras clave: insectos plaga, Coleoptera, Hymenoptera, *Dinoderus minutus*, *Eucalandra setulosus*.

ABSTRACT. Arthropods associated with *Guadua angustifolia* in Pereira, Colombia. A project for the identification of arthropods present in stored *Guadua angustifolia* (Bambusoideae: Gramineae) was conducted in the environmental sciences department of the Technological University of Pereira (Risaralda-Colombia). Segments of *G. angustifolia* were stored for 10 months, after being treated with one of the following: injection, immersion, smoke, boucherie + pyroligneous acid, boucherie + boric acid + borax, and a control. Four to five pieces per treatment were randomly selected to collect the arthropods found in them. Thirteen species from five orders and 10 families were identified. The most abundant was Coleoptera, with the species *Dinoderus minutus* (F.) (Bostrichidae) and *Eucalandra setulosus* (Gyllenhal) (Curculionidae). Other species of Coleoptera were *Tribolium castaneum* (Herbst) (Tenebrionidae), *Gnatocerus cornutus* (F.) (Tenebrionidae), *Catolethrus fallax* Boheman (Curculionidae), and *Rhizophagus* sp. (Rizophagidae). Hymenoptera presented the species *Rhabdepyris* sp. (Bethyidae), *Eusandalum* sp. (Eupelmidae), *Brasema* sp. (Eupelmidae), *Bracon* sp. (Braconidae), and *Necremnus* sp. (Eulophidae). The Hemiptera *Fulvius peregrinator* Kirkaldy (Miridae) and *Physopleurella mundula* (White) (Anthocoridae) were also found, as well as species belonging to the Pachytroctidae, Liposcellidae and Amphlentomidae families. Foretic mites of the Macrochelidae family were also found in association with *D. minutus*. In 65% of the samples, the population levels of *D. minutus* were low, present mainly in *G. angustifolia* treated with injection and immersion with a solution of borax and boric acid. Attacks did not develop, due to the preservation treatments. In the control treatment, there was a 90% presence of insects, with an average of more than 50 individuals.

Key words: Insect pests, Coleoptera, Hymenoptera, *Dinoderus minutus*, *Eucalandra setulosus*.

¹ Proyecto Guadua de la Universidad Tecnológica de Pereira (Colombia)-GTZ. Colombia. saenza@colomsat.net.co

² Facultad de Ciencias Ambientales. Universidad Tecnológica de Pereira. Colombia. jorgeama@utp.edu.co

³ Proyecto Fortalecimiento de la Facultad de Ciencias Ambientales. Universidad Tecnológica de Pereira-GTZ. Colombia. mitistl@utp.edu.co

Introducción

Se han descrito varios ecotipos de *Guadua angustifolia* Kunth (guadua) en Colombia, como Macana, Cebo-lla, Cotuda, Castilla, Rayada Negra y una variedad bicolor o rayada amarilla; todas presentan variaciones en cuanto a su botánica, resistencia y grosor de la pared, pero solamente la última ha sido identificada como variedad (Cruz 1994, Londoño 2000). La guadua se encuentra dentro de los siete géneros registrados de bambú leñoso; además, es el más grande y económicamente importante de la América tropical. Se distribuye principalmente por la región andina de Colombia, Ecuador y Venezuela (Sudamérica), especialmente en los valles interandinos como los del río Cauca en Colombia y la zona costera de Ecuador (Guayaquil) (Castaño 2001).

G. angustifolia es una especie de bambú utilizada tradicionalmente por los productores del eje cafetero de Colombia, convirtiéndose incluso en un sustituto importante de la madera proveniente de bosques naturales (Cruz 1994, Londoño 2000). Asimismo, por sus características, las Corporaciones Autónomas Regionales (CAR) han hecho esfuerzos considerables para reforestar con esta especie para proteger cuencas hidrográficas, así como para el control, administración y asistencia técnica necesarios en el manejo adecuado de los rodales naturales ya existentes. *G. angustifolia* se considera un recurso natural abundante, con 27351 ha en el eje cafetero (CARDER 2000), presente en la mayoría de unidades de producción agropecuaria y conocido por los productores. Por esta razón y debido a la crisis cafetera, esta especie es considerada hoy en día como una alternativa económica en la construcción y reparación de viviendas, el uso doméstico y artesanal y para la industria de la pulpa e, incluso, se le considera como especie dendroenergética (Hidalgo 1988).

Por ser un cultivo relativamente reciente, se desconocen aún muchos factores agronómicos y fitosanitarios, principalmente en poscosecha, que representan altos riesgos a su explotación y exportación, para los cuales debe cumplir con los requerimientos mínimos de calidad exigidos en el mercado exterior.

El desconocimiento de las principales especies de fauna asociadas a la guadua cosechada en Colombia motivó esta investigación, llevada a cabo con el objetivo de contribuir al mejoramiento de la calidad fitosanitaria del producto exportado, mediante la identificación de las especies de artrópodos —plagas o benéficas— asociadas a trozas de guadua almacenada, así como sus hábitos y la caracterización de su daño.

Materiales y métodos

Muestreo

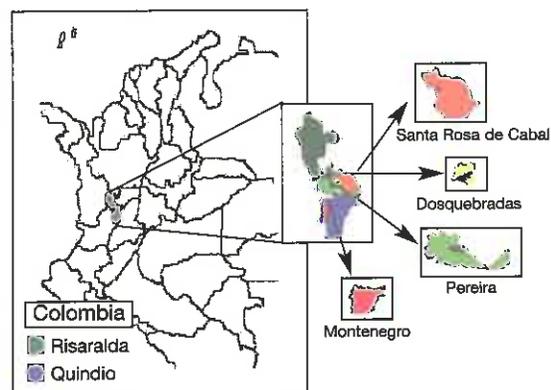


Figura 1. Distribución geográfica de rodales naturales de *Guadua angustifolia* Kunth (Bambusoideae: Gramineae) seleccionados para el muestreo de artrópodos.

A 1628 trozos de *G. angustifolia* de 1 m de longitud, provenientes de rodales ubicados entre los 1100 y 1650 msnm en los municipios de Montenegro (Quindío), Cerritos, Frailes y Santa Rosa de Cabal (Risaralda) (Fig. 1), se les realizó un muestreo aleatorio de artrópodos, tomando cuatro o cinco trozos por tratamiento. A cada trozo de guadua se le separó cada una de las capas vegetales, con ayuda de cortadores, cuchillos y una sierra eléctrica, para la obtención de las especies asociadas y su posterior identificación específica. Los trozos se almacenaron durante 10 meses en el vivero de la Facultad de Ciencias Ambientales, con los tratamientos comúnmente utilizados por los productores y recomendados por Herrera y Ospina (1999) y Giraldo y Sandoval (1999), tales como inmersión con solución de ácido bórico y bórax (IN), inyección con solución de ácido bórico y bórax (I); boucherie modificado con solución de ácido bórico y bórax (BABB), boucherie modificado con ácido piroleñoso (BAP), preservación con humo o ahumado de la guadua (H) y natural (N, sin tratamiento).

Montaje, preservación e identificación taxonómica de especímenes

Los adultos recolectados se confinaron en bolsas plásticas debidamente etiquetadas, y los estadios inmaduros (larvas y pupas) en cajas de Petri de 10 X 15 cm con trozos de guadua, hasta obtener los adultos para su identificación.

Las técnicas que se emplearon para la preservación, montaje y etiquetaje del material recolectado se basaron en las propuestas de Borrór *et al.* (1992) y Elzinga (1999). Los especímenes se montaron en alfileres entomológicos en forma directa o con doble montaje, utilizando triángulos de acetato. Los especímenes de cuerpo blando, como psocópteros, ácaros, larvas y pupas, se preservaron en viales con solución de alcohol etílico al 70%.

El material se organizó en una colección entomológica didáctica, depositada en la Facultad de Ciencias Ambientales de la Universidad Tecnológica de Pereira. Los individuos recolectados se seleccionaron de acuerdo con las siguientes condiciones:

- Especies comunes recolectadas de los trozos bajo tratamiento.
- Especies comunes recolectadas de trozos provenientes de rodales de la zona cafetera.
- Observación directa de daño en trozos almacenados en el vivero y revisión de literatura.

El material se separó inicialmente por morfoespecies, las cuales fueron etiquetadas y distinguidas mediante un código compuesto de tres letras: las iniciales del cultivo (G), tratamiento (IN, I, BABB, BAP, H, N), localidad y un número consecutivo del espécimen dentro del total de individuos recolectados. El proceso de identificación taxonómica se adelantó en el laboratorio, utilizando el material de referencia de la colección entomológica de Corpoica-Tibaitata, Cenicafé y claves específicas para los órdenes encontrados (Costa Lima 1940, Bradley 1980, Blatcheley y Leng 1986, Booth *et al.* 1990, Stehr 1991, Goulet y Hubert 1993, Hanson y Gauld 1995, Cave 1995), lo cual permitió llegar hasta género y especie con algunos especímenes.

Observación y cría de especímenes en laboratorio

El material vivo recolectado en el vivero se crió en condiciones de laboratorio a temperatura ambiente, utilizando trozos de *G. angustifolia* de 30 cm de longitud, compuestos por dos entrenudos y cortados longitudinalmente, para facilitar la observación de sus hábitos y comportamiento, hasta la obtención de los adultos para su posterior identificación taxonómica.

Organización de los resultados

Para la organización de los datos obtenidos acerca de los especímenes asociados a los trozos bajo tratamiento, se llevó un listado por estado de desarrollo, fecha de recolecta, tratamiento y localidad. Los especímenes allí registrados provenían de la recolección directa en el vivero y de la cría en el laboratorio, y se anotó su número y observaciones sobre sus hábitos.

Resultados y discusión

Se muestrearon 875 individuos, de los cuales se seleccionaron 325, localizados en cinco órdenes y 15 familias, tanto dañinos como benéficos, y se identificaron 13 especies. Sin embargo, las especies de insectos deletéreos y parasitoides reportados no son registradas en la literatura especializada en guadua, como Beeson (1941), Hidalgo (1988), Posada (1989), Cruz (1994), Gallego y Ángel (1992), Haojie *et al.* (1998), Sabogal *et al.* (1998), Herrera y Ospina (1999) y la colección de insectos de la Corporación Autónoma Regional del Quindío (CRQ). Además, se identificaron ácaros foréticos asociados a *Dinoderus minutus* (Coleoptera: Bostrichidae).

Con el muestreo destructivo de trozos tratados para la obtención de artrópodos, se pudo establecer que todos presentaron hexápodos. En el 65% de los

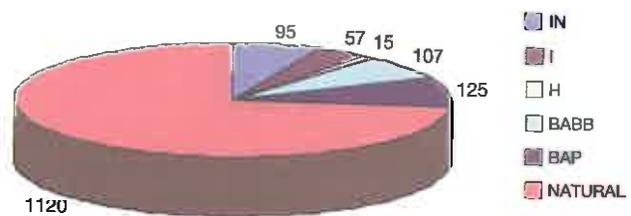


Figura 2. Promedio de adultos de *Dinoderus minutus* (Fabricius) (Coleoptera: Bostrichidae) y *Eucalandra setulosus* (Gyll) (Coleoptera: Curculionidae) en trozos de *Guadua angustifolia* almacenada en el vivero de la Universidad Tecnológica de Pereira (Risalda-Colombia). Tratamientos: inmersión con solución de ácido bórico y bórax (IN); inyección con solución de ácido bórico y bórax (I); boucherie modificado con solución de ácido bórico y bórax (BABB); boucherie modificado con ácido piroleñoso (BAP); preservación con humo o ahumado de la guadua (H) y natural (N, sin tratamiento).

insectos, la población fue reducida para las cuatro localidades. En las guaduas naturales, la presencia de insectos fue de 90% (Fig. 2), con un promedio de 1120 individuos. Las especies presentes en altas densidades en todos los muestreos y en cada uno de los tratamientos fueron *D. minutus* y *Eucalandra setulosus* (Coleoptera: Curculionidae), evidenciando la formación de galerías longitudinales, aserrín, y orificios de entrada por los adultos y formas larvales.

El orden Coleoptera presentó el mayor número de especies identificadas (seis) dentro de cuatro familias, tres de ellas consideradas como plaga. Las especies de la familia Tenebrionidae —*Tribolium castaneum* (Herbst) y *Gnatocherus cornutus* (Fabricius)— y las especies de Curculionidae —*Catolethrus fallax* Boh y *Euclandra setulosus* (Gyll)— constituyen nuevos registros en trozos almacenados (Cuadro 1). Se identificó una especie de la familia Rhizophagidae: *Rhizophagus* sp. De acuerdo con Blatchey y Leng (1986), estos escarabajos viven bajo la corteza de madera y dentro de las galerías formadas por barrenadores como los curculiónidos y bostrichidos, donde se alimentan de huevos y larvas de dichos coleópteros. De la familia Anobidae se encontró sólo un espécimen, el cual no se logró identificar hasta género y especie.



Figura 3. Adulto y pupa exarada de *Tribolium castaneum* (Herbst) en trozo de *Guadua angustifolia* almacenada en el vivero de la Universidad Tecnológica de Pereira (Risaralda-Colombia).



Figura 4. Macho de *Gnatocherus cornutus* (Fabricius) (Coleoptera: Tenebrionidae), recolectado de trozos de *Guadua angustifolia* almacenada en el vivero de la Universidad Tecnológica de Pereira (Risaralda-Colombia).

T. castaneum es cosmopolita, considerada como plaga de productos almacenados, especialmente cereales (Fig. 3). Generalmente, vive en lugares secos (xerofilia), y es frecuente encontrarla en las noches. En condiciones óptimas, (temperatura de 35 °C y humedad relativa 70%), sus generaciones son cortas, cada 20 a 26 días, y presenta un alto rango de incremento natural. Booth *et al.* (1990) establecen que las hembras colocan en promedio 450 huevos por varios meses, y las larvas xylophilas ocurren en madera en descomposición, asociadas con los espacios subcorticales y el cambium; también se alimentan de granos picados y residuos (Posada 1989). Se dispersan rápidamente por vuelo y no dependen del ser humano para dispersarse. La especie *G. cornutus* es similar en forma y ciclo de vida a *T. castaneum*, pero los machos de la primera se distinguen por la presencia de cuernos mandibulares erectos (Fig. 4).

De la familia Bostrichidae, la especie *D. minutus* se consideró importante por constituir el principal problema fitosanitario en trozos almacenados. Puede tener tres generaciones en China o tres a cuatro generaciones en países del sur de Asia, por año. Además, las generaciones son muy abundantes y superpuestas, su actividad es menor en épocas frías y su ciclo de vida puede llegar a ser más largo (Haojie *et al.* 1998). No obstante, de acuerdo con las observaciones realizadas en el vivero de la UTP, se pudo evidenciar que el ciclo puede durar aproximadamente 75 a 85 días (adulto-adulto). Presenta cinco instares larvales, pupa exarada, y ambos estadios son de coloración crema y se ubican en las galerías. Sin embargo, Haojie *et al.* (1998) establecen que los huevos son colocados individualmente en los túneles elaborados por los adultos (al realizar las observaciones y muestreos no se pudieron hallar posturas). Las larvas de primer instar emergen a los 8 a 12 días en promedio, barrenan longitudinalmente el trozo, excavando galerías paralelas a la superficie de la madera, con una profundidad aproximada de 3 mm y de 3 a 5 cm de longitud; cumplen su desarrollo en 30 a 45 días, en las condiciones de la zona cafetera. La larva de último instar forma un capullo con ayuda del aserrín de *G. angustifolia* y se ubica al final del túnel. Por lo general, los primeros cuatro instares larvales no se cubren del material de madera y se encuentran en diferentes partes del túnel. Además, se halló solamente una larva por túnel. Los adultos que aparecen de nuevo pueden volar lejos o explorar otras partes del mismo trozo (Fig. 5). Por lo general, barrenan verticalmente entre la madera seca y excavan galerías horizontales, en las cuales ovipositan.

Normalmente, las hembras mueren después de las posturas, quedando a la entrada del túnel, bloqueando de esta manera la entrada de parasitoides o depredadores (observación constante en los muestreos realizados).

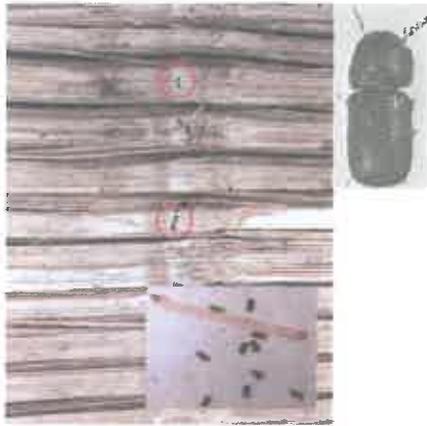


Figura 5. Adultos de *Dinoderus minutus* (Fabricius) (Coleoptera: Bostrichidae). Fotografía izquierda: tamaño real de la plaga en galerías formadas en *Guadua angustifolia*. Fotografía de la derecha: adulto aumentado 10 veces.

Otro de los insectos con poblaciones abundantes y constantes en los muestreos fue el curculiónido *E. setulosus*. Se encontraron de tres a seis adultos dentro del aserrín formado por la propia alimentación, predominando las hembras, que son de mayor tamaño. Normalmente, se ubican cerca a los nudos de *G. angustifolia*, donde se alimentan. Al ser molestados, se dejan caer ventralmente y se quedan quietos por unos segundos; luego, inician de nuevo su movimiento. La cópula ocurre cuando el macho camina alrededor de varias hembras hasta que alguna de ellas accede a la cópula; el macho se coloca entonces sobre la hembra e inicia la transferencia de esperma. Las hembras ovipositan dentro de las galerías formadas en el tejido de la guadua. *E. setulosus* tiene cuatro estados larvales de color crema (Fig. 6); las larvas forman galerías en posición vertical, de acuerdo a la orientación de los vasos conductores de la guadua, y se protegen formando capullos con el propio aserrín. Por lo general, se ubican al final de las galerías hasta empupar. Las pupas son exaradas, de coloración crema, y miden 6,5-7 mm de longitud (Fig. 7). El ciclo de vida en condiciones de vivero (temperatura aproximada 18-21 °C y humedad relativa 65-69%) dura aproximadamente 65-90 días y se desarrolla dentro de trozos de guadua seca, principalmente.



Figura 6. Tercer instar larval de *Eucalandra setulosus* (Gyll), (Coleoptera: Curculionidae), recolectada en aserrín dejado por la alimentación en trozas de *Guadua angustifolia* almacenadas en Pereira (Risaralda-Colombia).



Figura 7. Pupa exarada de *Eucalandra setulosus* (Gyll), recolectada en trozas de *Guadua angustifolia* almacenada en Pereira (Risaralda-Colombia).

Del orden Hymenoptera se identificaron cinco especies de cuatro familias (Cuadro 1), destacándose por su abundancia y presencia en los muestreos *Rhabdepyris* sp. (45%), *Eusandalum* sp. (25%) (Fig. 8), *Brasema* sp. (15%) y *Bracon* sp. (15%). De acuerdo con Hanson y Gauld (1995), estas especies son ectoparasitoides idiobiontes gregarios o solitarios de larvas de coleópteros, especialmente de las familias Anobiidae, Tenebrionidae, Bostrichidae y Curculionidae. Usualmente, parasitan especies que barrenan la madera (hábitos crípticos). Sin embargo, no se evidenciaron estados larvales o adultos de *T. castaneum*, *G. cornutus*, *E. setulosus* o *D. minutus* parasitados por algunas de estas especies. Por otra parte, no fue posible identificar especímenes pertenecientes a las subfamilias Doryctinae, Braconinae y Exothecinae a nivel de género y especie. Por ende, dada la abundancia (107 individuos) y presencia de estos parasitoides, es importante establecer su biología y etología asociadas a los insectos plaga de la guadua almacenada, para su posterior utilización como controladores biológicos dentro de un manejo integrado de trozos bajo almacenamiento.

Cuadro 1. Especies de insectos asociados a trozos de *Guadua angustifolia* Kunth (Bambusoideae: Gramineae) almacenados en el vivero de la Universidad Tecnológica de Pereira (Risaralda-Colombia).

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Distribución	Hábito alimenticio	Tratamiento ^z
Insectos plaga						
Coleoptera	Tenebrionidae	<i>Tribolium castaneum</i> (Herbst)	Gorgojo rojo de la harina	EUA, Argentina, Brasil, Colombia (Bucaramanga, Valledupar, Zipaquirá, Llano Grande, Espinal, Palmira, Bello, Montenegro, Cerritos).	Masticador	BAP, IN, N
Coleoptera	Tenebrionidae	<i>Gnathocerus cornutus</i> (Fabricius)	Gorgojo corniancho de la harina	EUA, Argentina, Brasil, Colombia (Moniquira, Zipaquirá, Pasto, Montenegro, Cerritos)	Masticador	IN, BAP, I, N
Coleoptera	Curculionidae	<i>Catolethrus fallax</i> Boh	Gorgojo de los pisos de madera	EUA, Colombia (Cundinamarca, Cucuta, Santa Rosa)	Masticador	IN, BAP, I, N
Coleoptera	Curculionidae	<i>Eucalandra setulosos</i> (Gyll)	Gorgojo del salvado, trompa de elefante	Colombia (Bucaramanga, Cali, Frailes, Santa Rosa, Cerritos)	Masticador	N, BABB, BAP, IN, I
Coleoptera	Bostrichidae	<i>Dinoderus minutus</i> (Fabricius)	Bruma	China, India, Países del sur de Asia, Colombia (Antioquia, Palmira, Mosquera, Frailes, Santa Rosa, Montenegro, Cerritos).	Masticador	N, BABB, BAP, IN, I
Coleoptera	Anobiidae	sp.	Anobidos	EUA, Colombia (Frailes)	Masticador	BAP
Insectos benéficos						
Coleoptera	Rhizophagidae	<i>Rhizophagus</i> sp.	Desconocido	EUA, Brasil, Colombia (Montenegro)	Depredador	N
Hymenoptera	Bethylidae	<i>Rhabdopyris</i> sp.	Desconocido	Región tropical, Costa Rica, Colombia (Montenegro, Santa Rosa, Frailes)	Ectoparasitoide	N, I, IN, BABB, BAP
Hymenoptera	Eupelmidae	<i>Eusandalum</i> sp.	Desconocido	EUA, Costa Rica, Colombia (Frailes, Santa Rosa, Cerritos).	Parasitoide	N, I, IN, BABB.
Hymenoptera	Eupelmidae	<i>Brasema</i> sp.	Desconocido	Costa Rica, Colombia (Montenegro, Frailes).	Parasitoide	N, IN, BAP.
Hymenoptera	Braconidae	<i>Bracon</i> sp.	Desconocido	EUA, America Central, Sudamérica, Cuba, Europa, Asia, Costa Rica, Colombia (Santa Rosa, Frailes, Cerritos, Montenegro).	Parasitoide	N, I, IN.
Hymenoptera	Eulophidae	<i>Necremus</i> sp.	Desconocido	Neotropicales, Colombia (Montenegro, Frailes).	Parasitoide	N, I.
Hemiptera	Miridae	<i>Fulvius peregrinator</i> Kirkaldy	Chinches de las plantas	EUA, Hawaii, Brasil, Colombia (Cerritos)	Depredador	N
Hemiptera	Anthocoridae	<i>Physopteurilla mundula</i> (White)	Chinches	EUA, Hawaii, Brasil, Colombia (Cerritos)	Depredador	N

^z Inmersión con solución de ácido bórico y bórax (IN), inyección con solución de ácido bórico y bórax (I); boucherte modificado con solución de ácido bórico y bórax (BABB); boucherte modificado con ácido piroleñoso (BAP); preservación con humo o ahumado de la guadua (H) y natural (N, sin tratamiento).



Figura 8. Adulto de *Eusandalum* sp. (Hymenoptera: Eupelmidae), recuperado en trozos de *Guadua angustifolia* almacenada en el vivero de la Universidad Tecnológica de Pereira (Risaralda-Colombia).

Del orden Hemiptera, se recolectaron dos especies depredadoras (Cuadro 1), *Fulvius peregrinator* (Miridae) y *Physopleurella mundula* (Anthocoridae), esta última depredadora principalmente de sódicos.

Del orden Psocoptera, se seleccionaron tres especies de las familias Pachytroctidae, Liposcellidae y Amphlentomidae, provenientes de las guaduas de las cuatro localidades y los cinco tratamientos, siendo las dos últimas las más abundantes (63 individuos) en el aserrín dejado por la alimentación de larvas y adultos, principalmente de *D. minutus* y *E. setulosus*. También se hallaron ninfas y adultos de ácaros foréticos de la familia Macrochelidae (Parasitiformes: Gamasida), asociados a adultos de *D. minutus*. No fue posible identificar con certeza las especies de sódicos y ácaros, debido a la ausencia de infraestructura taxonómica apropiada o colecciones de referencia.

En cada uno de los trozos tratados, excepto el natural, se encontró en promedio 45 adultos muertos de *D. minutus*, principalmente dentro de las galerías y orificios de entrada, lo cual indica el control de los diferentes tratamientos sobre esta especie, especialmente en inmersión o, posiblemente, por la acción de algunas de las especies de himenópteros parasíticos o del hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana* (Deuteromycete), asociado a 11 adultos muestreados en trozos naturales. Sin embargo, la presencia de larvas y pupas indica que cumplen su ciclo de vida, y el daño



Figura 9. Daños en trozos de *Guadua angustifolia* almacenada en el vivero de la Universidad Tecnológica de Pererira (Risaralda-Colombia) por adultos y estadios larvales de *Dinoderus minutus* (Fabricius), (Coleoptera: Bostrichidae).

en los tejidos de la guadua cortada y almacenada continúa (Fig. 9). El daño tiene lugar principalmente en el primer centímetro de profundidad del tejido, dada la acumulación de almidones y humedad. Por lo tanto, es indispensable seguir indagando en la biología de *D. minutus*, variando las condiciones ambientales, estudiando sus efectos sobre su desarrollo y relacionándolas con el daño causado sobre *G. angustifolia* y, a su vez, determinar las diferencias significativas entre y dentro de los tratamientos por localidad, llegando a establecer los efectos sobre las poblaciones insectiles para su posterior manejo integrado en las bodegas de almacenamiento.

Agradecimientos

A todo el personal que labora en la Facultad de Ciencias Ambientales de la Universidad Tecnológica de Pereira por su colaboración administrativa, sin la cual no hubiera sido posible la realización de este trabajo. De forma muy especial, se agradece a las siguientes personas e instituciones por su colaboración en la financiación, procesamiento e identificación de las especies: Michael Tistl, Asesor Principal Proyecto UTP-GTZ; Jorge Augusto Montoya, Director Ejecutivo (E) Nodo Regional PML; Ingeniero Agrónomo John Freddy Rodríguez, Corpoica-Tibaitata; Pablo Ruiz y Freddy Montoya, UTP; Zulma Gil, Sección de Entomología, Cenicafé; Programa de Agronomía Orgánica de la Corporación Universitaria de Santa Rosa de Cabal, UNISARC; Colección Entomológica de Cenicafé y Corpoica-Tibaitata.

Literatura citada

- Beeson, CFC. 1941. The ecology and control of forest insects of India and neighboring countries. Dehra Dun, IN, Vasant Press, p. 113-145.
- Blatchley, W; Leng, C. 1986. Rhynchophora or weevils of North Eastern America. The Nature Publishing Company Indianapolis. p. 47-51, 518-547.
- Booth, RG; Cox, RB; Madge, L. 1990. Guides to insects of importance to man. The natural History Museum. CAB. p. 100-103.
- Borror, DJ; Triplehorn, CN; Johnson, NF. 1992. Study of Insects. New York, US, Saunders College Publishing, p. 876.
- Bradley, JA. 1980. Manual of the genera of beetles of America, North of Mexico. Saunders Collage Publishing. p. 188-195.
- CARDER (Corporación Autónoma Regional de Risaralda). 2000. Perspectivas regionales del cultivo de la guadua. In Seminario "La guadua como alternativa económica" (2000, Gobernación de Risaralda, Comité de Cafeteros, CO). Pereira-Risaralda. p. 45.
- Castaño, F. 2001. Definición técnica de un régimen de aprovechamiento de bosques de guadua (*Guadua angustifolia* kunth) y su incidencia en la sostenibilidad, sanidad y rentabilidad del recurso: experiencias en la provincia del Valle del Cauca, Colombia y provincia de Guayaquil, Ecuador. Valle del Cauca, CO, Agencia Internacional para el Desarrollo, Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca. p 20.
- Cave, DR. 1995. Manual para el reconocimiento de parasitoides de plagas agrícolas en América Central. Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. p. 202.
- Costa Lima, AD. 1940. Insectos do Brasil. Coleoptera. Serie didáctica Escuela Nacional de Agronomía. Tomos 4-9, p. 430.
- Cruz, RH. 1994. La guadua, nuestro bambú. Colombia, Corporación Autónoma Regional del Quindío. p. 293.
- Elzinga, RJ. 1999. Fundamentals of Entomology. 5 ed. New Jersey, US, Prentice Hall. p. 495.
- Gallego, FL; Angel, RV. 1992. Lista de Insectos que afectan los principales cultivos, plantas forestales, animales domésticos y al hombre en Colombia. Medellín, CO, Universidad Nacional de Colombia. p. 98-99.
- Giraldo, HE; Sandoval, OA. 1999. Una alternativa sostenible: La guadua. Colombia, Corporación Autónoma Regional del Quindío. p. 192.
- Goulet, L; Hubert, M. 1993. Hymenoptera of the World: An identification guide to families. Canadá, Research Branch Agriculture. p. 668.
- Hanson, PE. Gauld, ID. 1995. The Hymenoptera of Costa Rica. Estados Unidos, Oxford Science Publications. p. 893.
- Haojie, W; Varma, RV; Tiansen, Xu. 1998. Insects of Bamboo in Asia. An illustrated Manual. International Network for Bamboo and Rattan. p. 199.
- Herrera, GE; Ospina, SA. 1999. Una alternativa sostenible: La guadua, técnicas de cultivo y manejo. Colombia, Corporación Autónoma regional del Quindío. p. 192.
- Hidalgo, LO. 1988. Nuevas técnicas de construcción en bambú: Generalidades, cultivo y silvicultura de la *Guadua angustifolia*. Manizales, CO, Universidad Nacional. p 140.
- Londoño, X. 2000. Taxonomía de los Bambúes con énfasis en el género guadua. In Congreso Mundial de Bambú/Guadua (1, 2000, Universidad Tecnológica de Pereira, Colombia). Pereira-Risaralda, CO. p. 31-34.
- Posada, L. 1989. Lista de insectos dañinos y otras plagas en Colombia. 4 ed. Colombia, Instituto Colombiano Agropecuario. p. 662. (Boletín técnico no. 43).
- Sabogal, OP; Giraldo, HE; Duque, M. 1998. Biodiversidad en los guaduales. Colombia, Corporación Autónoma regional del Quindío. p. 14.
- Stehr, WF. 1991. Inmature Insects. Estados Unidos, Kendall/Hunt Publishing Company. v. 2, p. 974.

Distribución del biotipo B de *Bemisia tabaci* en la zona central de Panamá

Luis Alvarado G.¹
Janeth Sánchez S.¹
Bruno Zachrisson S.²
Orencio Fernández G.²

RESUMEN. Se presenta la distribución del biotipo B de *Bemisia tabaci* en las provincias de Panamá y Coclé y se la compara con la distribución encontrada en las provincias de Los Santos y Herrera. Se utilizó el cuarto estadio ninfal para identificar como *B. tabaci* las moscas blancas recolectadas en 57 parcelas de solanáceas y cucurbitáceas durante la estación seca del 2001 (enero a marzo). El biotipo B se diferenció mediante el patrón de bandas de RAPD – PCR. De un total de 156 individuos (adultos o ninfas) analizados, 112 (71,8%) fueron identificados como biotipo B. Este predominó sobre los biotipos nativos, principalmente en las cucurbitáceas. En algunos casos, se encontraron poblaciones de ambos biotipos en el mismo hospedante.

Palabras clave: Mosca blanca, RAPD-PCR, microscopio electrónico de barrido (MEB), Coclé.

ABSTRACT. *Distribution of Bemisia tabaci* biotype B in the central zone of Panama. This paper describes the distribution of *Bemisia tabaci*, biotype B, in the provinces of Panama and Coclé, and compares it with the distribution found in the provinces of Los Santos and Herrera. The fourth nymphal instar (pupa) was used to identify the whiteflies collected in 57 Cucurbitaceae and Solanaceae crop fields during the 2001 dry season (January to March). *B. tabaci* was easily distinguished by a RAPD – PCR banding pattern. Of 156 individual insects (adult or nymphs) analysed, 112 (71.8%) were identified as biotype B. The B biotype was predominant over the indigenous biotype, mainly in Cucurbitaceae crops. In some cases, populations of both biotypes were found in the same host.

Key words: Whitefly, RAPD-PCR, scanning electron microscope, Coclé.

Introducción

La mosca blanca *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Homoptera: Aleyrodidae) es una plaga cosmopolita, con un amplio ámbito de plantas hospedantes en regiones tropicales y subtropicales. Su importancia como insecto plaga radica en su capacidad de transmitir virus y la plasticidad de sus poblaciones, que presentan una amplia gama de biotipos. La relevancia de esta plaga aumentó con la aparición y diseminación de un nuevo biotipo en América, denominado "B" (Costa y Brown 1990). El biotipo B tiene características genéticas y biológicas contrastantes con las del biotipo A, como una mayor tasa de fecundidad, un amplio

ámbito de hospedantes, una elevada resistencia a insecticidas, la capacidad de producir alteraciones fitotóxicas como la hoja plateada del zapallo (*Cucurbita pepo*) o la madurez irregular del tomate, además de un patrón característico de bandas de RAPD-PCR (Maynard y Cantliffe 1989, Costa y Brown 1990, Yokomi *et al.* 1990, Bethke *et al.* 1991, Costa *et al.* 1993, Gawel y Bartlett 1993, De Barro y Driver 1997).

En Panamá, el primer reporte de *B. tabaci* se hizo en la región de Azuero, en 1983, en tomate con síntomas de geminivirus. En esta área del pacífico panameño (28–32 °C), el problema ha sido mayor en los cultivos de

¹ Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Panamá. Panamá.

² Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP). Panamá.

cucurbitáceas y solanáceas, llegando a darse aplicaciones indiscriminadas de químicos por parte de pequeños productores y grandes compañías (Poveda 1995). El geminivirus reportado en tomate fue el *tomato leaf curl virus-Pan* (ToLCV-Pan), considerado como el principal agente de daño en este cultivo, que produjo pérdidas de un millón de dólares entre 1991 y 1997 (Engel *et al.* 1998), además de presentar niveles de infección mayores al 75% en el inicio de la fructificación (Vásquez 2000). A mediados de la década de los 90, se observó el síndrome de la hoja plateada en zapallo (*silver leaf syndrome*) en esta misma zona. Murillo (2000) estudió los biotipos presentes en Azuero utilizando la metodología RAPD-PCR, y encontró el biotipo B en pimentón (*Capsicum annuum*), tomate (*Lycopersicon esculentum*), melón (*Cucumis melo*), sandía (*Citrullus lanatus*) y zapallo (*C. pepo*).

En vista de la importancia del biotipo B como plaga en la región central de Panamá —conocida como “arco seco”—, al igual que en el resto del mundo, es necesario monitorear la diseminación de las poblaciones del biotipo B. El propósito del presente trabajo fue determinar la distribución de dicho biotipo en las provincias de Coclé y Panamá, para los cultivos pertenecientes a las familias Solanaceae y Cucurbitaceae, empleando la metodología RAPD-PCR. Esta técnica es útil y práctica para separar biotipos de *B. tabaci* cuando se consideran poblaciones de referencia como control, además de permitir la utilización de especímenes conservados en alcohol al 70%.

Los estudios periódicos de la distribución y prevalencia de cada biotipo servirán de base para establecer la relación epidemiológica virus-vector-huésped de los biotipos de *B. tabaci* y los begomovirus encontrados en Panamá. Además, proporcionarán información básica para evaluar la resistencia a los insecticidas de uso común en la zona de estudio.

Materiales y métodos

Recolección de las muestras

Las recolecciones de *B. tabaci* se realizaron durante los meses de enero, febrero y marzo de 2001, en las provincias de Coclé y Panamá (Fig. 1), entre los 10 y los 875 msnm. Se recolectaron 57 muestras de ninfas y adultos en cultivos de las familias Cucurbitaceae y Solanaceae, los cuales se preservaron en alcohol al 70%. También se recolectaron especímenes en papaya (*Carica papaya*, Caricaceae), yuca (*Manihot esculenta*, Euphorbiaceae) y oteo (*Xanthosoma sagittifolium*, Araceae).



Figura 1. Localidades muestreadas en las provincias de Panamá, Coclé, Herrera y Los Santos. Fuente para Herrera y Los Santos: Murillo (2002).

Identificación de las especies

Para la identificación taxonómica —realizada mediante la clave de Caballero (1992)— se utilizaron de 5 a 10 ninfas de 4° instar, seleccionadas al azar de cada muestra, las cuales fueron tratadas con soluciones clarificadoras de KOH al 5% por 2 h a 40 °C y teñidas con fucsina ácida al 1% por 10 minutos antes de ser montadas en placas y observadas en el microscopio óptico. Las ninfas se observaron al microscopio electrónico de barrido (MEB Jeol 1500 LV), para lo cual se deshidrataron las muestras en series de alcohol (70, 80, 90 y 100%) y acetato de amilo, y se secaron en un secador de punto crítico CPD Denton Vacuum. Las muestras secas se recubrieron con una capa de oro-paladio de 200 nm de espesor y se observaron en el MEB, a un voltaje de AC 25 kv. El MEB permite observar el detalle del orificio vasiforme, estructura que sirvió para la identificación de las especies (Caballero 1992). Para la identificación taxonómica, se emplearon caracteres morfológicos como el tamaño, la forma del orificio vasiforme y del canal caudal, la disposición de las setas caudales y de las setas del 8° o 9° segmento abdominal, además de la forma del opérculo y la lígula (Fig. 2).

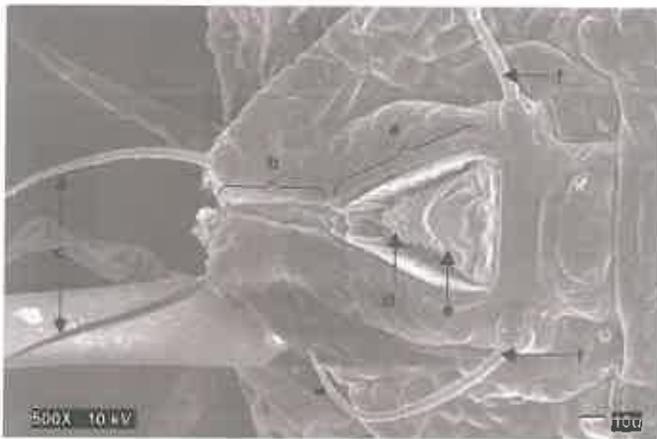


Figura 2. Segmento posterior de ninfa de 4° instar de *Bemisia tabaci*. a) Orificio vasiforme; b) canal caudal; c) setas caudales; d) língrula; e) opérculo; f) setas del octavo segmento abdominal.

Diferenciación de biotipos por RAPD - PCR

Para la diferenciación de los biotipos A y B de *B. tabaci*, se utilizaron como testigos muestras provenientes del CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical) conservadas en alcohol al 70%. La identificación molecular de los biotipos se realizó mediante RAPD-PCR, utilizando adultos y ninfas.

El ADN se extrajo según el método descrito por De Barro y Driver (1997): se maceró un insecto por tubo Eppendorf de 1,5 ml, con 20 µl de buffer de lisis (50 mM KCl; 10 mM Tris-HCl pH 8,4; 0,45% nonidet P-40 (NP-40); 0,45% Tween® 20 y 500 µg de proteínaasa K). Se incubó a 65 °C por una hora; se inactivó la proteínaasa K a 95 °C por 15 minutos y se adicionaron 25 µl de agua desionizada estéril. Los extractos se almacenaron a -20 °C para su uso posterior.

La reacción de RAPD-PCR se realizó en un volumen final de 25 µl, conteniendo 5 µl del extracto de ADN, 12 µl de agua desionizada estéril, 3 µl de MgCl₂ (25 mM), 2,5 µl buffer PCR (10x), 1,5 µl de dNTP (150 mM), 1,0 µl de iniciador (20 pmol/ml), y 0,3 µl de Taq polimerasa (Perkin Elmer) (la cual no se suma al volumen final). Los iniciadores utilizados fueron F12: 5'acggtaccag 3' y H16: 5'tctcagctgg 3' (De Barro y Driver 1997) (Operon Technologies Inc.). Los ciclos de amplificación fueron (1) 94 °C por 5 min, (2) 40 °C por 2 min, (3) 72 °C por 3 min, (4) 94 °C por 1 min, (5) 40 °C por 1,5 min, y (6) 72 °C por 2 min, repitiéndose 39 veces desde el punto (4). Los productos de la amplificación se separaron en geles de agarosa al 1,5% en buffer TBE 0,5X (45 mM Tris-borato, 1mM EDTA), corridos a 60 voltios constantes por 2 h.

Resultados y discusión

Identificación de las especies

B. tabaci fue la especie identificada en todas las muestras de solanáceas y cucurbitáceas. En los demás cultivos (papaya, yuca y otoo) no se encontraron individuos de *B. tabaci*, sino de otras especies que no fueron analizadas mediante RAPD-PCR.

Diferenciación de biotipos por RAPD - PCR



Figura 3. Diferenciación entre los biotipos A y B de *Bemisia tabaci* mediante RAPD - PCR. Amplificación con el iniciador F12. Línea 1: marcador de peso molecular (pb); líneas 2, 4 - 6, 10 - 16: biotipo B; líneas 3, 7 - 9: biotipo A.

En este artículo, el biotipo A refiere a las muestras analizadas que presentaron un mismo patrón de bandas entre sí, pero diferente al que presentó el biotipo B.

Los patrones de bandas obtenidos demostraron ser útiles para diferenciar los biotipos (Fig. 3). Con el iniciador F12, se obtuvieron bandas de 500 pares de base (pb) y 850 pb que permitieron identificar el biotipo B; las bandas de 1200 pb y 750 pb se utilizaron para identificar el biotipo A. En el caso del iniciador H16, para el biotipo A se usaron las bandas de 900 y 100 pb; mientras que para el biotipo B las bandas fueron de 750 pb y 900 pb.

En las provincias de Panamá y Coclé se analizaron 156 especímenes, procedentes de 34 parcelas de cucurbitáceas y 23 de solanáceas. En total, se identificaron 44 individuos del biotipo A y 112 individuos del biotipo B. Hubo casos en los que ambos biotipos se encontraron conviviendo en el mismo hospedante; las poblaciones mixtas se observaron en cultivos de cucurbitáceas de Natá; en berenjena, tomate y pepino en Capira; en melón y sandía en La Chorrera, y en sandía y tomate en Las Margaritas (Chepo). Las poblaciones del biotipo A encontradas en la zona de estudio se ubican en el Grupo 1, junto con los biotipos del Nuevo Mundo (Perring 2001, Brown 2002³).

³ Brown, J. 2002. FAO-MIDA. Panamá (comunicación personal).

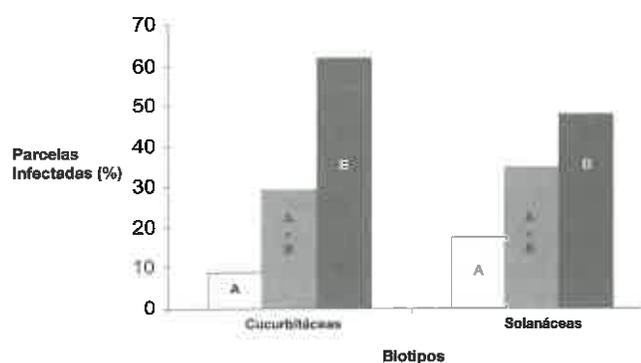


Figura 4. Distribución de los biotipos A y B en cucurbitáceas y solanáceas en las provincias de Panamá y Coclé.

El biotipo B mostró preferencia por las cucurbitáceas en las provincias de Panamá y Coclé (Fig. 4), de manera similar a lo encontrado por Murillo (2000) en el área de Azuero (Fig. 5). Esta preferencia fue confirmada por las observaciones de Brown (2002)⁴, Quintero *et al.* (1998) y Murillo (2000). La preferencia del biotipo B por las cucurbitáceas y el síndrome de la hoja plateada del zapallo fue reportado en Azuero, donde la producción de cucurbitáceas y de tomate es intensiva (Murillo

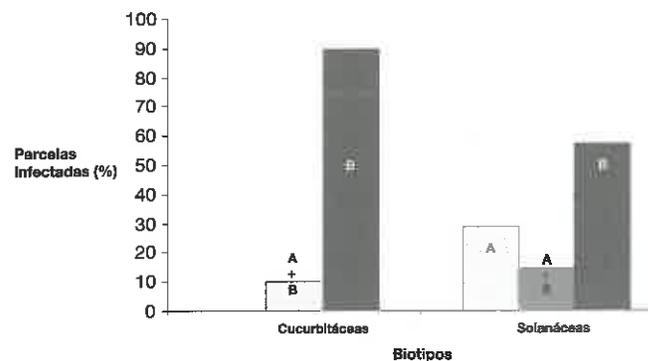


Figura 5. Distribución de los biotipos A y B en cucurbitáceas y solanáceas en el área de Azuero (Murillo 2000).

2000). En el oriente de la provincia de Panamá (Veranillo) también se observó el síndrome de la hoja plateada en zapallo infestado con ninfas del biotipo B.

En el caso del tomate, la población del biotipo B fue más elevada en las provincias de Coclé y el occidente de Panamá, pero no así en el oriente, donde hubo la misma proporción de ambos biotipos. Generalmente, en esta zona el cultivo del tomate no se realiza en las proximidades de parcelas de cucurbitáceas.

Cuadro 1. Distribución de los biotipos de *Bemisia tabaci* en Panamá, por provincias.

Provincias	Localidades	Parcelas muestreadas (n)	Biotipos	
			A	B
Coclé	El Mangote	3	3	4
	Capellanía	3	1	6
	Los Callejones	1	—	4
	Churubé	2	4	2
	Coclé	1	2	1
	Santa María	1	1	3
	Los Uveros	1	—	4
	El Jobo	1	—	2
	Juan Díaz	7	1	14
	Río Hato	2	1	4
Panamá occidente	Los Yerbos	1	—	2
	Río de Jesús	1	—	2
	Mata Ahogado	3	—	7
	Bajo Chame	1	1	2
	Chame	1	3	—
	Lídice	1	—	4
	Capira	2	3	5
	Ollas Arriba	2	1	4
	La Chorrera	8	8	15
Panamá oriente	Chilibre	2	2	3
	Veranillo	1	—	3
	Pacora	6	1	17
	San Miguel	1	1	2
	Tanara	1	3	—
	Las Margaritas	3	5	2
	Cuarenta bollos	1	3	—

⁴ Brown, J. 2002. FAO-MIDA. Panamá (comunicación personal).

Cuadro 2. Distribución de los biotipos de *Bemisia tabaci* en Panamá, por área y por cultivo.

Áreas	Cultivo	Parcelas muestreadas (n)	Biotipos ^z	
			A	B
Coclé	<i>Citrullus lanatus</i> (sandía)	7	6	14
	<i>Cucumis melo</i> (melón)	7	5	11
	<i>Cucumis sativus</i> (pepino)	1	—	2
	<i>Cucurbita pepo</i> (zapallo)	2	1	4
	<i>Lycopersicon esculentum</i> (tomate)	4	1	11
	<i>Solanum melongena</i> (berenjena)	1	—	2
Subtotal		22	13 (22,8%) ^y	44 (77,2 %)
Panamá occidente	<i>Capsicum annuum</i> (pimentón)	2	2	3
	<i>C. lanatus</i>	1	2	3
	<i>C. melo</i>	3	3	5
	<i>C. sativus</i>	4	2	12
	<i>C. pepo</i>	2	2	3
	<i>L. esculentum</i>	6	4	11
	<i>S. melongena</i>	2	1	4
Subtotal		20	16 (28,1%)	41 (71,9%)
Panamá oriente	<i>Capsicum frutescens</i> (ají criollo)	2	4	1
	<i>C. lanatus</i>	1	1	1
	<i>C. melo</i>	1	—	5
	<i>C. pepo</i>	5	1	12
	<i>L. esculentum</i>	6	9	8
Subtotal		15	15 (35,7%)	27 (64,3%)
Total		76	44 (28,2%)	112 (71,8%)

^z Número de individuos analizados.^y Las cifras entre paréntesis corresponden al porcentaje de individuos identificados en cada biotipo.

Sin embargo, en los sitios donde existen cultivos adyacentes de cucurbitáceas y tomate, el biotipo B predomina sobre el A. Se ha reportado que las ninfas del biotipo B tienen una mayor supervivencia y un desarrollo más rápido que las del biotipo A en cucurbitáceas como el melón (Cohen *et al.* 1992), y poblaciones mayores en tomate (Perring *et al.* 1991). El biotipo A se encontró en Azuero asociado al cultivo de tomate en localidades donde no se cultivan cucurbitáceas: Los Angeles y Tres Quebradas (Murillo 2000), y en la provincia de Panamá en Chame, La Feria de Tanara y Cuarenta Bollos (Cuadro 1).

Las características bioecológicas propias del biotipo B, tales como la mayor tasa de multiplicación, el rango más amplio de hospedantes (Brown 1992, Quintero *et al.* 1998) y la capacidad de desarrollarse más rápido bajo las mismas condiciones ambientales (humedad relativa y temperatura) (Cohen *et al.* 1992) que el biotipo A, permiten explicar la prevalencia generalizada del primero sobre el segundo en la zona de estudio.

La prevalencia del biotipo B observada en el área de Azuero (provincias de Los Santos y Herre-

ra) (Murillo 2000) tiende a disminuir en Coclé, el oriente y el occidente de Panamá, respectivamente (Cuadro 2). Esto puede atribuirse a la reducción de la intensidad de aplicación de plaguicidas hacia el este o a que el área cultivada con cucurbitáceas se reduce, con la excepción del área de Pacora en el este de Panamá, donde se realizan aplicaciones de insecticida en mayor número y los cultivos predominantes son las cucurbitáceas. En Panamá oeste la producción de tomate no es extensiva como en las provincias de Los Santos, Herrera y Coclé; sin embargo, la producción es intensiva y se aplican insecticidas durante todo el año, aunque en menor proporción que en Coclé y el área de Azuero.

Agradecimiento

A los Doctores Francisco Morales y Pamela Anderson, por el adiestramiento brindado en CIAT y por facilitar los biotipos utilizados como testigos y al Lic. Jorge Ceballos, por su apoyo con el microscopio de barrido electrónico (MEB).

Literatura citada

- Bethke, JA; Paine, TD; Nuessly, GS. 1991. Comparative Biology, Morphometrics, and Development of Two Populations of *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) on Cotton and Poinsettia. *Annals of the Entomological Society of America* 84(4):407-411.
- Brown, J. 1992. Evaluación crítica sobre los biotipos de mosca blanca en América, de 1989 a 1992. In Hilje, L; Arboleda, O. eds. *Las Moscas Blancas (Homoptera: Aleyrodidae) en América Central y el Caribe*. Turrialba, CR, CATIE. p. 1-9.
- Caballero, RJ. 1992. Whiteflies (Homoptera: Aleyrodidae) from Central America and Colombia including slide - mounted pupal and field keys for identification, fields characteristics, hosts, distribution, natural enemies and economic importance. M. Sc. Thesis. Kansas State University, College of Agriculture. 201 p.
- Cohen, S; Duffus, JD; Liu, HY. 1992. A new *Bemisia tabaci* Biotype in the Southwestern United States and its Role in Silverleaf of Squash and Transmission of Lettuce Infectious Yellows Virus. *Phytopathology* 82:86-90.
- Costa, HS; Brown, JK. 1990. Variability in biological characteristics, isozyme patterns and virus transmission among populations of *Bemisia tabaci* in Arizona. *Phytopathology* 80:888.
- _____; Ullman, DE; Jonson, MW; Tabashnik, BE. 1993. Squash Silverleaf symptoms induced by immature, but not adult, *Bemisia tabaci*. *Phytopathology* 83:763-766.
- De Barro, PJ; Driver, F. 1997. Use of RAPD PCR to distinguish the B biotype from other biotypes of *Bemisia tabaci* (Genadius) (Homoptera: Aleyrodidae). *Australian Journal of Entomology* 36:149-152.
- Engel, M; Fernández, O; Jeske, H; Frischmuth, T. 1998. Molecular Characterization of a new whitefly - transmissible bipartite geminivirus infecting tomato in Panama. *Journal of General Virology* 79:2313-2317.
- Gawel, NJ; Bartlett, AC. 1993. Characterization of differences between whiteflies using RAPD-PCR. *Insect Molecular Biology* 2(1):1-5.
- Maynard, DN; Cantliffe, DJ. 1989. Squash silverleaf and tomato irregular ripening: new vegetable disorders in Florida. *Vegetables Crops Fact Sheet*, Florida Cooperative Extension Service Institute of Food and Agricultural Sciences, Gainesville, University of Florida. VC-37.
- Murillo, A. 2000. Determinación de especies y biotipos de mosca blanca (Homoptera: Aleyrodidae) predominantes en la región de Azuero. Tesis Ingeniería Agrónoma. Chiriquí, PA, Universidad de Panamá. 96 p.
- Perring, TM. 2001. The *Bemisia tabaci* species complex. *Crop Protection* 20:725-737.
- Poveda, JM. 1995. Reporte Panamá. *CEIBA* 36(1)33-35.
- Quintero, C; Cardona, C; Ramírez, D; Jiménez, N. 1998. Primer registro del biotipo B de *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) en Colombia. *Revista Colombiana de Entomología* 24:23-29.
- Vásquez, L. 2000. Informe Final de la Consultoría del Proyecto FAO TCP-PAN 8922. Panamá. 51 p. *Sin publicar*.
- Yokomi, RK; Hoelmer, KA; Osborne, LS. 1990. Relationships between the sweetpotato whitefly and the squash Silverleaf disorder. *Phytopathology* 80:895-900.

Efecto de fungicidas sobre la germinación y el crecimiento de *Beauveria bassiana*¹

Joaquín Durán²
Manuel Carballo³
Eduardo Hidalgo³

RESUMEN. Se estudió la interacción de fungicidas utilizados en el cultivo del chile dulce (*Capsicum annuum*) sobre la germinación, el crecimiento y la esporulación del hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana* en condiciones de laboratorio. Se evaluaron distintos fungicidas contenidos en el medio de cultivo de papa-dextrosa-agar (PDA) en platos Petri. Posteriormente, se inoculó cada plato con una solución de 200 µl de *B. bassiana*. Los fungicidas Benlate®, Curzate®, Acrobat®, Daconil®, Antracol® y Dithane® afectan significativamente la germinación y el crecimiento de *B. bassiana*. En cambio, Aliette® (fosetyl-Al), Previcur® (propamocarb) y Kocide® (oxicloruro de cobre) no afectaron en forma significativa el crecimiento y la germinación del hongo. La esporulación de *B. bassiana* no fue afectada por los fungicidas Aliette®, Previcur® y Kocide®, mientras que los demás fungicidas utilizados inhibieron el desarrollo y la esporulación del entomopatógeno.

Palabras claves: Inhibición, plaguicidas, fungicidas, hongos entomopatógenos, tasa de crecimiento, crecimiento diametral, formulaciones.

ABSTRACT. Fungicide effect on *Beauveria bassiana* germination and growth. This paper describes the effect of fungicides used in bell pepper crops (*Capsicum annuum*) on the germination, growth and spore formation of the fungi *Beauveria bassiana* under laboratory conditions. The treatments took place in Petri dishes with potato-dextrose-agar (PDA) medium and different fungicides. Every Petri dish was later inoculated with a solution of *B. bassiana* spores. The fungicides Benlate®, Curzate®, Acrobat®, Daconil®, Antracol® and Dithane® significantly affect the germination and growth of *B. bassiana*. On the other hand, Aliette® (fosetyl-Al), Previcur® (propamocarb) and Kocide® (cupric oxichlorure) do not have a significant effect on the germination and growth of the fungi. Spore formation of *B. bassiana* was not affected by the fungicides Aliette®, Previcur® and Kocide®, while the other fungicides inhibited the development and spore formation of this entomopathogen.

Keys words: Inhibition, pesticides, fungicides, entomopathogenous fungi, growth rate, diameter growth, formulations.

Introducción

La susceptibilidad de los agentes microbiológicos a diferentes productos químicos, en especial a los fitosanitarios, se viene documentando desde hace más de treinta años, cuando se observó la inhibición del patógeno *Cephalosporium aphidicola* Match, utilizado en el control microbial del áfido del melón y el algodón *Aphis gossypii* Glover (Wilding 1972). En condiciones *in vitro*, se observó la inhibición en el crecimiento del

entomopatógeno debida a los fungicidas benomyl y triarimol (Wilding 1972). Olmert y Kenneth (1974) utilizaron como criterio de inhibición el crecimiento radial de la colonia, mientras que Clark *et al.* (1982), Gardner y Storey (1985) y Storey y Gardner (1986) utilizaron la germinación conidial como el parámetro de compatibilidad. La importancia de medir estas variables radica en la presencia de algún efecto letal so-

¹ Segmento de Tesis de Maestría presentada en el CATIE, 1998.

² Consultor independiente. joaquin91@hotmail.com

³ Área de Fitoprotección. CATIE 7170, Turrialba, Costa Rica. mcarball@catie.ac.cr, ehidalgo@catie.ac.cr

bre el hongo, tales como la inhibición del crecimiento celular o la germinación conidial, la muerte de todo o cierto porcentaje del micelio, la inhibición de ciertas actividades metabólicas normales, como la respiración, y la inhibición de algún hábito normal de esporulación (Ashida 1965, citado por Rivera 1993).

Tedders (1981) observó una inhibición de la germinación y el crecimiento de *B. bassiana* con los fungicidas trifenil hidróxido (Brestanid®), zineb (Dithane®) y benomyl (Benlate®). Otros estudios mencionan el efecto de los fungicidas benomyl, propiconazol y zineb sobre el crecimiento y la fisiología de *Beauveria bassiana* (Ramarajahe *et al.* 1967, Clark *et al.* 1982, Calderón *et al.* 1991).

En pruebas de campo, Clark *et al.* (1982) observaron que los fungicidas metirám, chlorothalonil y mancozeb, usados contra el tizón tardío de la papa, *Phytophthora infestans* (Montagne), causaron la inhibición del patógeno *B. bassiana*, utilizado para controlar *Leptinotarsa decemlineata* (Say). Los autores demostraron que el mancozeb inhibe completamente las esporas de *B. bassiana*. En Cuba, Calderón *et al.* (1991) reportan que los fungicidas benomyl (15000 ppm), propiconazol (7500 ppm) y zineb (18758 ppm) ejercieron un fuerte efecto depresivo sobre la germinación conidial y la formación de biomasa de *B. bassiana* (cepa LBB-1) al cabo de 72 horas y siete días, respectivamente. Clark (1980) evaluó en el laboratorio la acción de fungicidas utilizados contra *P. infestans*, que pueden limitar el desarrollo de epizootias de *B. bassiana* sobre *L. decemlineata*. Encontró que los fungicidas mancozeb, metirám y clorotalonil inhibieron y retardaron la tasa de crecimiento micelial.

Machowicz (1983) evaluó el efecto de fungicidas sobre el crecimiento de los hongos *B. bassiana*, *Metarhizium anisopliae*, *Paecilomyces farinosus* y *Verticillium lecanii*, mostrando que solo el mancozeb presentó un efecto tóxico a estos hongos. Sin embargo, en otro estudio, Machowicz (1985) encontró que los fungicidas sistémicos como el benomyl, la mezcla de captafol + carbendazim, carbendazim y triadimefón (Bayleton®) limitan mucho más el crecimiento de los hongos que el metil tiofanato. Osborne y Boucias (1985), al igual que Rivera y Bustillo (1996a, 1996b), consideran que los fungicidas carbamatos son los más tóxicos para los hongos.

Rivera (1993) evaluó la compatibilidad de *B. bassiana* con los fungicidas cyproconazol (Alto®),

hexaconazol (Anvil®), triadimefón y oxiclورو (oxiclورو de cobre). La germinación conidial de *B. bassiana* fue inhibida por todos los plaguicidas evaluados en la dosis comercial más alta; los productos oxiclورو de cobre y dicotofós inhibieron fuertemente la germinación en la dosis media.

Lord *et al.* (1997) consideran que los fungicidas clorotalonil, maneb, mancozeb y benomyl son muy tóxicos a las esporas de *B. bassiana* (formuladas como Mycotrol) cuando las aplicaciones se hacen cada dos días, y que los fungicidas cúpricos y sulfurados presentan una toxicidad inmediata cuando se aplican a las hojas. El Mycotrol formulado en suspensión resulta menos afectado por los fungicidas que el polvo mojable. Todovora *et al.* (1997) citan que los fungicidas clorotalonil, maneb, tiofanato-metil, mancozeb, metalaxyl-mancozeb y zineb inhiben el crecimiento micelial y la esporulación de *B. bassiana*.

Carballo *et al.* (1998) indican que el crecimiento de *B. bassiana* es inhibido por varios fungicidas, siendo Antracol®, Dithane® y Benlate® los más perjudiciales, mientras que el hidróxido de cobre tuvo un efecto menor y el Previcur® ningún efecto adverso. Rivera y Bustillo (1996), en una compilación adaptada de Roberts y Campbell (1977), presentan una amplia revisión del efecto de los agroquímicos sobre *B. bassiana* y *M. anisopliae* como patógenos de la broca del café. Los productos benomil, BHC (PM), carbaril, captán, captafol, clorotalonil, mancozeb, maneb, procloraz y zineb mostraron una alta o completa inhibición de *B. bassiana*.

El objetivo del presente estudio fue determinar el efecto de los fungicidas utilizados en el cultivo del chile (*Capsicum annuum*) sobre la germinación de conidios, el crecimiento diametral y la esporulación del hongo entomopatógeno *B. bassiana*.

Materiales y métodos

Este estudio se realizó en los Laboratorios de Diagnóstico y Control Microbial de la Unidad de Fitoprotección del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), entre agosto y setiembre de 1998.

Efecto sobre la germinación de *B. bassiana*

Se realizó una prueba de germinación de conidios de *B. bassiana* (cepa B-447) en medio de cultivo papadextrosa-agar (PDA) con los fungicidas Benlate®, Dithane®, Curzate®, Acrobat®, Daconil®, Antracol®,

Cuadro 1. Productos utilizados en las pruebas de fungicidas y su efecto en la germinación, crecimiento diametral y esporulación de *Beauveria bassiana*.

Nombre genérico	Nombre comercial	Formulación	Concentración (%)	Casa comercial
Benomil	Benlate®	Polvo mojable	50 WP	Du Pont
Clorotalonil	Daconil®	Gránulo mojable	82,5 WG	Syngenta
Cymoxamil + mancozeb	Curzate®	Polvo mojable	72 PM	E.I. Dupont de Nemours and Co. Inc.
Dimetomorf + mancozeb	Acrobat®	Polvo mojable	69 WP	Cyanamid
Fosetil-Al	Aliette®	Polvo mojable	80 PM	Rhone Poulenc
Mancozeb	Dithane®	Polvo mojable	80 PM	Dow AgroSciences
Oxicloruro de cobre	Kocide®	Polvo mojable	77 WP	Griffin Corporation
Propamocarb	Previcur® concentrada	Suspensión	72,2 SC	Bayer
Propineb	Antracol®	Polvo mojable	70 WP	Bayer

Aliette®, Previcur® y Kocide®, en concentraciones de 100, 500 y 1000 partes por millón (ppm) (Cuadro 1). La cepa B-447 de *B. bassiana* se utilizó a una concentración de $1,2 \times 10^5$ conidios/ml de agua destilada y esterilizada y un tratamiento testigo (sin producto químico), para un total de 49 tratamientos, con tres repeticiones. Los tratamientos se distribuyeron en un diseño de bloques completos al azar.

La preparación de los platos se realizó disolviendo 40 g del medio PDA por litro de agua destilada, para luego autoclavar la disolución a 130 °C y una presión de 15 bares por 30 minutos. Separadamente, se prepararon 100 ml del medio indicado, manteniéndolos a una temperatura de 50 °C para agregar el fungicida por evaluar en las concentraciones de 100, 500 y 1000 ppm y 1 ml de ácido láctico (10%) para evitar el desarrollo bacteriano, procediendo de inmediato a depositarlo en los platos Petri. Se distribuyeron 200 µl de la solución de *B. bassiana* sobre cada uno de los medios solidificados. Las repeticiones se almacenaron en incubadora a una temperatura controlada, de 26 °C. Se midió el porcentaje de germinación de 100 esporas a las 16 y 24 horas después de la inoculación.

Efecto de los fungicidas sobre el crecimiento diametral de *B. bassiana*

Se determinó la susceptibilidad del hongo entomopatógeno *B. bassiana* a los productos fungicidas uti-

lizados en la prueba anterior, en tres dosis (100, 500 y 1000 ppm) y cuatro repeticiones. Los platos Petri se prepararon de igual forma que en el ensayo anterior. Previamente, se sumergieron por 15 minutos círculos de papel filtro (esterilizados) de diámetro conocido (0,6 mm) en una solución de agua esterilizada con conidios del hongo, a una concentración de $1,2 \times 10^7$ conidios/ml. Una vez solidificado el medio, se colocó un círculo de papel filtro en cada una de las repeticiones. Las cajas Petri con los medios de cultivo se sellaron con "parafilm M" (American National Can), con el fin de minimizar la desecación durante el período de incubación (15 días). Estas se almacenaron en incubadora a una temperatura controlada de 26 °C.

Se evaluó el crecimiento diametral del hongo en cada uno de los fungicidas en estudio. La medición del crecimiento del hongo (centímetros/día) se realizó diariamente, utilizando una regla graduada en milímetros, durante quince días, comenzando un día después de colocado el hongo sobre cada tratamiento.

Los datos fueron analizados utilizando la medición diamétrica máxima y la tasa de crecimiento diario $([\text{diámetro final} - \text{diámetro inicial}] / \text{número de días; en cm/d})$ por cada fungicida al finalizar los 15 días experimentales, aplicando un análisis de varianza del crecimiento diametral diario y total, con un nivel de significancia del 95%, pruebas de Tukey ($p < 0,05$) (SAS Institute 1985).

Efecto de los fungicidas sobre la esporulación

Una vez finalizada la fase de crecimiento del hongo en incubadora, se procedió a contar los conidios de los tratamientos que mostraron crecimiento y esporulación visibles del hongo. Para ello, se mezcló el PDA con 50 cc de agua y, mediante el ultrasonificador, se separaron los conidios y se colocaron 10 µl de la solución en el hemacitómetro, para luego contar los conidios presentes en el campo óptico.

Resultados

Efecto sobre la germinación de *B. bassiana*

La prueba del efecto de los fungicidas en diferentes concentraciones sobre el porcentaje de germinación mostró un efecto significativo, reflejado en el análisis de varianza. Las esporas de *B. bassiana* reaccionan de modo diferente según el tipo de agroquímico con el cual se encuentren en contacto (Cuadro 2). Productos como Aliette®, Previcur® y Kocide® mostraron una alta germinación de conidios, tanto a las 16 como a las 24 horas, para las tres concentraciones evaluadas. El fungicida Benlate® a 100 ppm no inhibe la germinación en ninguno de los dos períodos de evaluación, pero sí es capaz de inhibirla a 500 y 1000 ppm.

Efecto sobre el crecimiento de *B. bassiana*

Como prueba consecutiva a la anterior, se evaluó la susceptibilidad de *B. bassiana* a los fungicidas de mayor uso en el cultivo del chile dulce. Se observó que tres de los fungicidas —Aliette®, Previcur® y Kocide®— no inhiben el crecimiento de *B. bassiana* en las

concentraciones estudiadas. Los demás productos provocaron una completa inhibición del hongo durante el período de experimentación.

Hubo diferencias significativas (95%) entre las concentraciones y los fungicidas en estudio, y las interacciones medición-concentración-fungicida y medición por fungicida, mientras que no hubo diferencias estadísticamente significativas en la interacción concentración-medición.

Los fungicidas que no presentaron inhibición del crecimiento diametral de *B. bassiana* difieren estadísticamente entre sí, ya que muestran diferencias de crecimiento entre los productos evaluados (Cuadro 3). Previcur® presenta el mayor crecimiento diametral de los fungicidas evaluados en 100, 500 y 1000 ppm, difiriendo significativamente de los demás productos estudiados, pero no de Kocide® en 1000 ppm.

Existen diferencias significativas (95%, $p < 0,05$) entre las distintas repeticiones, así como en las concentraciones y los fungicidas en estudio, y entre las interacciones medición por concentración y medición por fungicida.

Se presentan diferencias significativas en la tasa de crecimiento entre los fungicidas Previcur®, Kocide® y el testigo en las concentraciones de 100 y 500 ppm, mientras que en las concentraciones de 1000 ppm, el Previcur® presenta un crecimiento mayor al de todos los demás tratamientos. El fungicida Previcur® presentó la mayor tasa de crecimiento, 0,65 veces mayor que la del tratamiento testigo.

Cuadro 2. Porcentajes de germinación de conidios de *Beauveria bassiana* bajo nueve fungicidas a tres diferentes concentraciones (promedio de tres repeticiones). CATIE, Turrialba, 1998.

Fungicida	Germinación de conidios (%)						Porcentaje de germinación ²
	16 horas			24 horas			
	Concentración (ppm)			Concentración (ppm)			
	100	500	1000	100	500	1000	
Aliette®	94,7	96,0	75,7	96,3	97,0	87,7	91,22 c
Previcur®	95,3	91,0	89,0	97,3	97,0	95,0	94,11 b
Kocide®	98,3	96,0	94,3	96,0	99,7	97,7	97,00 a
Benlate®	98,7	0,0	0,0	97,3	0,0	0,0	32,67 d
Antracol®	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00 e
Daconil®	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00 e
Acrobat®	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00 e
Dithane®	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00 e
Curzate®	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00 e
Testigo	96,0	94,7	95,7	98,0	98,7	97,3	96,83 a

² Porcentajes de germinación seguidos por letras iguales no son significativamente diferentes ($p < 0,05$), según Tukey.

Cuadro 3. Efecto de nueve fungicidas y un testigo sobre la tasa de crecimiento y el crecimiento diametral diario de *Beauveria bassiana* en medio de cultivo. CATIE, Turrialba, 1998.

Tratamiento	Concentración (ppm)					
	100		500		1000	
	CD ^z	TC ^y	CD	TC	CD	TC
Previcur®	3,65 a	0,3244 a	3,31 a	0,2942 a	2,90 a	0,2577 a
Aliette®	2,85 b	0,1749 b	2,16 c	0,1326 c	1,50 c	0,0921 c
Kocide®	1,86 d	0,0995 d	2,70 b	0,1444 b	2,93 a	0,1567 b
Testigo®	2,27 c	0,1341 c	2,27 c	0,1341 c	2,27 b	0,1341 b
Antracol®	0,60 e	0,00 e	0,60 d	0,00 d	0,60 d	0,00 d
Benlate®	0,60 e	0,00 e	0,60 d	0,00 d	0,60 d	0,00 d
Curzate®	0,60 e	0,00 e	0,60 d	0,00 d	0,60 d	0,00 d
Daconil®	0,60 e	0,00 e	0,60 d	0,00 d	0,60 d	0,00 d
Dithane®	0,60 e	0,00 e	0,60 d	0,00 d	0,60 d	0,00 d
Acrobat®	0,60 e	0,00 e	0,60 d	0,00 d	0,60 d	0,00 d

^z CD: crecimientos diametrales promedio (cm/día) seguidos por letras iguales no son significativamente diferentes ($p < 0,05$), según la prueba de Tukey.

^y TC: tasas de crecimiento diario (cm/día) seguidas por letras iguales no son significativamente diferentes ($p < 0,05$), según la prueba de Tukey.

Efecto de los fungicidas sobre la esporulación

Los tratamientos que mostraron un crecimiento visible de *B. bassiana*, es decir, que no provocaron una inhibición significativa del hongo y permitieron que este esporulara después del período de evaluación fueron los fungicidas Aliette®, Previcur® y Kocide® (Cuadro 4). El tratamiento con Previcur® (500 ppm) muestra las mayores cantidades de esporas producidas entre los fungicidas, mientras que el fungicida Aliette® (1000 ppm) produjo la menor cantidad. La cantidad de esporas del tratamiento testigo fue mayor que la producida con los distintos fungicidas.

Cuadro 4. Número de esporas de *Beauveria bassiana* presentes en los tratamientos de fungicidas. CATIE, Turrialba, 1998.

Tratamiento	Número de esporas ^z concentración (ppm)			
	0	100	500	1000
Previcur®	—	8,86 x 10 ⁶	8,94 x 10 ⁶	6,51 x 10 ⁶
Aliette®	—	4,91 x 10 ⁶	3,85 x 10 ⁶	1,11 x 10 ⁶
Kocide®	—	8,21 x 10 ⁶	6,94 x 10 ⁶	4,26 x 10 ⁶
Testigo	9,06 x 10 ⁶	—	—	—

^z Cantidad de esporas por cm² (área del plato Petri = 248,8 cm²).

En los demás fungicidas (Benlate®, Dithane®, Daconil®, Acrobat®, Curzate® y Antracol®) no se presentó crecimiento alguno de *B. bassiana* sobre el medio de cultivo.

Discusión

En la literatura se informa sobre el efecto de distintos fungicidas sobre el desarrollo del hongo entomopatógeno *B. bassiana*. Los resultados aquí obtenidos concuerdan con los de Wilding (1972), Calderón *et al.* (1991) y, más recientemente, Carballo *et al.* (1998).

El primer parámetro de estudio en esta investigación —la germinación de conidios de *B. bassiana*— demuestra que aun a las 24 h de la inoculación el desarrollo normal de las esporas fue afectado en distinto grado por los fungicidas. La germinación fue evidente incluso en los fungicidas Aliette®, Previcur®, Kocide® y Benlate® (100 ppm), tanto a las 16 como a las 24 h de inoculación del patógeno, indicando un alto grado de tolerancia; sin embargo, únicamente el Benlate® inhibe completamente la germinación y por ende el crecimiento y desarrollo normal de las esporas del hongo, situación que se comprobó con el microscopio, mediante el cual se observaron crecimientos anormales de las esporas germinadas y el micelio del hongo, siendo estos micelios de menor tamaño que en los demás fungicidas, e incluso del testigo. En condiciones de campo, la combinación de productos con hongos entomopatógenos debe estar ligada a pruebas preliminares de compatibilidad, con el fin de corroborar la afinidad que presentan los fungicidas con la germinación y desarrollo de los hongos, sin interferir en el ciclo vital del patógeno y mejorando la efectividad del control integrado.

En cuanto al crecimiento diametral, los fungicidas con mayor efecto letal fueron Benlate®, Curzate®, Acrobat®, Antracol® y Dithane®; los productos

Aliette[®], Previcur[®] y Kocide[®] no mostraron inhibir el crecimiento diametral del hongo, por lo que pueden considerarse tolerantes. Estos últimos fungicidas presentaron un crecimiento muy similar al del testigo.

En concentraciones de 100 ppm, el Previcur[®] presentó el mayor crecimiento diametral en comparación con los demás fungicidas, pero dicho aumento decreció en concentraciones de 500 y 1000 ppm. Este comportamiento fue descrito por Partridge y Rich (1962), quienes asumen que, durante exposiciones continuas a fungicidas, los hongos pueden presentar algún nivel de tolerancia a concentraciones incrementadas de estos productos, o pueden presentar adaptaciones graduales de las tasas de crecimiento y esporulación. Esto implica que la tolerancia resulta probablemente de cambios semipermanentes

en las capacidades enzimáticas o asimilativas de los organismos.

La tolerancia afecta significativamente el desarrollo normal y la esporulación del hongo, reduciendo en algunos casos la cantidad de esporas producidas en comparación con el testigo, mientras que en otros casos no se desarrollaron las estructuras reproductivas del hongo, debido a la inhibición temprana del patógeno por el agroquímico.

Los resultados aquí analizados permiten tomar decisiones de campo en cuanto a la compatibilidad de los fungicidas con los hongos entomopatógenos. Permiten alertar sobre posibles efectos adversos de los fungicidas sobre los hongos entomopatógenos, que pueden llevar al fracaso de estos últimos cuando no se tienen los cuidados debidos.

Literatura citada

- Calderón, A; Castiñeiras; López, M. 1991. Efecto de los biocidas y fertilizantes empleados en el cultivo del plátano en Cuba sobre los hongos entomopatógenos. 1. *Beauveria bassiana*. Protección de Plantas 1(1):21-31.
- Carballo, M; Durán, J; Rodríguez, L. 1998. Efecto de fungicidas de uso común en el cultivo del chile sobre el hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana*. 6 p. (Sin publicar).
- Clark, RA. 1980. Fungicidal inhibition of *Beauveria bassiana*, a pathogen of the Colorado potato beetle (*Leptinotarsa decemlineata* Say.) (Coleoptera: Chrysomelidae). Journal of the New York Entomological Society 88(1):40.
- _____; Casagrande, RA; Wallace, DB. 1982. Influence of pesticides on *Beauveria bassiana*, a pathogen of the Colorado potato beetle. Environmental Entomology 11(1):67-70.
- Gardner, WA; Storey, GK. 1985. Sensitivity of *Beauveria bassiana* to selected herbicides. Journal of Economic Entomology 78(6):1275-1279.
- Lappa, NV. 1967. The effects of different pesticides on the variability and the germination vigor of spores of the fungus *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. Zashch. Rast. Kiev 4:139-144. In Review of Applied Entomology 59(5):1436. (Series A: Agricultural).
- Lord, J; Near, C; Britton, J; Jaronski, S. 1997. Compatibility of the *Beauveria bassiana* based mycoinsecticide Mycotrol with fungicides, conventional insecticides, and spray adjuvants. In Annual Meeting of the Society for Invertebrate Pathology (30, 1997, Alberta, CA). Abstracts. p. 44.
- Machowicz-Stefaniak, Z. 1983. The effect of fungicides used in orchard protection on the growth of entomopathogenic fungi. Roczniki Nauk Rolniczych E (Ochrona Roslin). 10:187-199. In Review of Applied Entomology 72(10): 6458. (Series A: Agricultural).
- Olmert, I; Kenneth, RG. 1974. Sensitivity of the entomopathogenic fungi *B. bassiana*, *V. lecanii* and *Verticillium* spp. to fungicides and insecticides. Environmental Entomology 3(1):33-38.
- Osborne, LS.; Boucias, DG. 1985. A review of chemical antagonists to mycopathogens of citrus root weevils. Florida Entomologist 68(3):409-416.
- Partridge, AD; Rich, AE. 1962. Induced tolerance to fungicides in three species of fungi. Phytopathology 52(10):1000-1004.
- Ramarahaje, NV; Govindu, HC; Shivashankara, KS. 1967. The effect of certain insecticides on the entomogenous fungi *Beauveria bassiana* and *Metarrhizium anisopliae*. Journal of Invertebrate Pathology 9(3):398-403.
- Rivera, MA. 1993. Estudio sobre la compatibilidad del hongo *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. con formulaciones comerciales de fungicidas e insecticidas. Revista Colombiana de Entomología 19(4):151-158.
- _____; Bustillo, AE. 1996. Revisión del efecto de agroquímicos sobre *Beauveria bassiana* y *Metarrhizium anisopliae* patógenos de la broca del café. Boletín de la Sociedad Colombiana de Entomología 25(83):2-16. (Última entrega).
- Roberts, DW; Campbell, AS. 1977. Stability of entomopathogenic fungi. Miscellaneous Publications of the Entomological Society of America 10:19-76.
- SAS Institute. 1985. SAS User guide: Statistics. Version 5. Cary, NC, US, SAS Institute Inc. 956 p.
- Storey, GK.; Gardner, WA. 1986. Sensitivity of the entomogenous fungus *Beauveria bassiana* to selected plant growth regulators and spray additives. Applied and Environmental Microbiology 52(1):1-3.
- Tedders, WL. 1981. *In vitro* inhibition of the entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* and *Metarrhizium anisopliae* by six fungicides used in pecan culture. Environmental Entomology 10(3):346-349.
- Todovora, SI; Coderre, D; Duchesne, RM; Côte, JC. 1997. Compatibility of the *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin with selected fungicides and herbicides. In Annual Meeting of the Society for Invertebrate Pathology (30, 1997, Alberta, CA). Abstracts. p. 64.
- Wilding, N. 1972. The effect of systemic fungicides on the aphid pathogen, *Cephalosporium aphidicola*. Plant Pathology 21(3):137-139.

Efecto bioherbicida de extractos vegetales para el manejo de malezas en algodón en el Caribe colombiano¹

Alfredo de J. Jarma Orozco²

Gonzalo R. Tirado G.³

RESUMEN. Este trabajo se realizó en el Centro de Investigación Motilonia, en Colombia, con el propósito de identificar tecnologías limpias que tiendan a reducir el uso de herbicidas químicos en el cultivo del algodón. Se estableció un diseño experimental completamente al azar con tres repeticiones y un arreglo factorial de 3 x 3 x 5 (extractos, concentración y especie). Los extractos se obtuvieron por destilación etanólica de raíces de *Gliricidia sepium* Jacq. (matarratón), *Cyperus rotundus* L. (coquito) y *Crotalaria juncea* L. (crotalaria) y se diluyeron al 25, 50 y 100% de concentración. Se trabajó sobre cuatro malezas de importancia económica en el cultivo del algodón: *C. rotundus*, *Amaranthus dubius* Mart. (bledo), *Ipomoea tiliacea* Wild. (campanita) y *Cucumis melo* L. (meloncillo). Las aplicaciones se hicieron en pre- y postemergencia. En preemergencia, se evaluó el porcentaje de emergencia hasta 14 días después de la aplicación y la masa seca a los 16 días de la aplicación. En postemergencia, se evaluó la masa seca total a los 12 días después de la aplicación. En preemergencia, *G. sepium* registró efectos alelopáticos sobre *A. dubius* y algodón; *C. juncea* sobre *C. rotundus*, y *C. melo* fue susceptible a los tres extractos. En postemergencia, se observó que la masa seca de *I. tiliacea* se redujo considerablemente ante la aplicación de *G. sepium*. Las masas secas de *C. melo* y *C. rotundus* no fue afectada por ninguno de los extractos. *G. sepium* indujo síntomas de fitotoxicidad sobre las plántulas de algodón.

Palabras clave: *Cyperus rotundus*, *Crotalaria juncea*, *Gliricidia sepium*, porcentaje de emergencia, masa seca, alelopatía, efectos fitotóxicos.

ABSTRACT. Bio-herbicide effect of plant extracts on weed management in cotton, in the Colombian Caribbean region. Research for this paper took place at the Motilonia Research Center, in Colombia. The main objective was to identify a clean weed management technology, to reduce chemical herbicide applications. A randomized block array was used, with three replications and a factorial design of 3 x 3 x 5 (extracts, doses and weed species). The extracts were obtained from plant roots through distillation. Extracts of *Gliricidia sepium* (Jacq.), *Cyperus rotundus* (L.) and *Crotalaria juncea* (L.) (at concentrations of 25, 50 and 100%) were applied to four of the most important weed species in cotton production: *C. rotundus*, *Amaranthus dubius* (Mart.), *Ipomoea tiliacea* (Wild.), and *Cucumis melo* (L.). The applications were made in the pre-emergence and post-emergence stages. The quantitative variables measured in the first case were daily emergence percentages up until 14 days from application, and dry weight at 16 days from application. In post-emergence, total dry weight was evaluated 12 days from application. In pre-emergence, *G. sepium* showed allelopathic effects on *A. dubius* and cotton plants; *C. juncea* on *C. rotundus*, and *C. melo* was susceptible to the three extracts. In post-emergence, the *G. sepium* extract caused some physiological damage to *I. tiliacea*. However, *C. melo* and *C. rotundus* did not show any physiological susceptibility to plant extract applications. *G. sepium* extracts induced toxicity symptoms in cotton plants.

Key words: *Cyperus rotundus*, *Crotalaria juncea*, *Gliricidia sepium*, seed germination percentage, dry weight, allelopathy, phytotoxic effect.

¹ Trabajo financiado por el Fondo de Fomento Algodonero MINAGRICULTURA. Convenio CORPOICA - CONALGODON.

² Universidad de Córdoba, Facultad de Ciencias Agrícolas. Montería, Colombia. ajarma@sinu.unicordoba.edu.co

³ Ingeniero Agrónomo particular. Valledupar - César, Colombia. gotirado@yahoo.es

Introducción

En Colombia, el cultivo del algodón constituye una de las actividades más importantes desde el punto de vista socioeconómico. En un período de 40 años (1948-1988), el área sembrada de algodón se incrementó de manera notoria. Sin embargo, a partir de 1967 los rendimientos en las áreas sin riego han permanecido estancados; muchos factores, entre ellos las malezas, han determinado esta situación (Federalgodón 1990). Las pérdidas de producción causadas por las malezas son difíciles de estimar, ya que es casi imposible separarlas del efecto de los insectos, suelos, enfermedades y condiciones climáticas, convirtiéndose en una de las más serias plagas en todas las áreas de cultivo del país. Sin embargo, algunos autores estiman que las malezas pueden reducir los rendimientos del algodón entre un 13 y un 15%, alcanzando niveles superiores al 30% en algunas áreas con humedad y densidad elevadas de ciertas clases de malezas. Además, aumentan los costos de producción en un 16%-20%, reducen la eficiencia de las desmontadoras y afectan la clasificación de la fibra.

El uso indiscriminado de herbicidas altamente selectivos y efectivos ha incrementado la diversidad y densidad de especies de malezas en el mundo (Ghera y Roush 1993, Wyse 1994, Cousens y Mortimer 1995). Debido a lo anterior, debe incorporarse la búsqueda de métodos integrados de control de malezas a las nuevas y modernas técnicas de manejo del cultivo. Johnson *et al.* (1998) afirman que el desarrollo y la implementación de estrategias en el manejo integrado de malezas (MIM) son muy importantes, al considerar sus efectos sobre el ambiente y los aspectos culturales de los manejos tradicionales del cultivo. Por otra parte, Cate e Hinkle (1993) opinan que el programa de MIM podría ser similar a uno de manejo integrado de plagas (MIP), involucrando la selección, integración e implementación de múltiples tácticas de control, basadas en una predicción de consecuencias económicas, ecológicas y sociales.

La alelopatía es un proceso biológico presente tanto en los ecosistemas naturales como en los agroecosistemas, y ha sido propuesta como una opción posible en el manejo de los componentes del agroecosistema, entre ellos las malezas (Altieri 1979, Rice 1979).

Durante las últimas décadas, el control químico con herbicidas ha sido muy importante en el mundo agrícola, y continuará siéndolo en la agricultura moderna. La posibilidad de modificar el metabolismo de

las malezas, las cantidades mínimas efectivas de los herbicidas modernos y el conocimiento que hoy se tiene de la bioquímica y la fisiología de su acción posibilitan el uso eficiente y selectivo de estos compuestos (CIAT 1975). Sin embargo, no todos los herbicidas poseen el mismo modo de acción, y los signos de fitotoxicidad en las malezas no son siempre los mismos.

Los herbicidas que se aplican en el algodón poseen una selectividad relativa, es decir, no ocasionan daños cuando se usan en las dosis y épocas de aplicación recomendadas (Dool 1977). Las restricciones sobre el uso de agroquímicos y la disminución en los márgenes de utilidad en la producción están cambiando la manera en que los agricultores combaten las plagas. En lugar de ser más dependientes de los plaguicidas, cada vez más productores están sustituyendo las aplicaciones químicas por controles mecánicos, culturales y biológicos (Gogerty 1996).

A pesar de que en el marco del control biológico se han incrementado los intentos por identificar plantas o partes de ellas con propiedades bioherbicidas, en Colombia son muy pocos los estudios realizados en esta área. Las escasas referencias encontradas en el país solo tocan aspectos del efecto de algunos insectos sobre unas pocas especies de malezas (Federalgodón 1990).

Algunos trabajos desarrollados en Costa Rica por Alan y Barrantes (1988) sugieren un efecto bioherbicida efectivo de los extractos de hoja de *Gliricidia sepium* Jacq. (matarratón) sobre *Ipomoea tiliacea* Wild. (campanita). Dichos autores sugieren que la investigación en este campo puede ser una de las posibilidades futuras en la implementación de un programa de MIM. Asimismo, Lydon *et al.* (1997) afirman que se ha despertado un particular interés en especies anuales como *Artemisia annua* L., que producen, entre otros compuestos biológicos, un sesquiterpeno que ha mostrado efectos fitotóxicos *in vitro*.

Este trabajo se realizó con el propósito de identificar especies de común ocurrencia en la región caribeña de Colombia, que muestren efectos alelopáticos sobre algunas malezas de importancia económica en el cultivo del algodón.

Materiales y métodos

La investigación se desarrolló en el Centro de Investigación Motilonia de CORPOICA, ubicado en Codazzi-Cesar (Colombia), a 5 km al sur de la cabecera

municipal, latitud 10°12'N y longitud 73°13'O. Según el sistema de zona de vida de Holdridge, las condiciones climáticas de esta zona corresponden a la formación de bosque seco tropical (bs-t), región Caribe, a 180 msnm, con una precipitación anual de 1360 mm, temperatura promedio anual de 28 °C y una humedad relativa del 68%.

El trabajo se realizó en bandejas de germinación de 72 x 42 cm, con un diseño experimental completamente al azar con arreglo factorial de 3 x 3 x 5 (extractos, concentraciones y especies) y tres repeticiones. Por el método químico de extracción etanólica se obtuvieron extractos puros a partir de las raíces de *G. sepium* y *Crotalaria juncea* L. (crotalaria) y de rizomas de *Cyperus rotundus* L. (coquito). Se trabajaron dosis de 25, 50 y 100% de concentración (pureza), diluidas con agua. Además, se consideró un testigo al que solo se le aplicó agua pura. Los extractos se aplicaron en pre- y postemergencia, dirigidos sobre cuatro malezas de importancia económica en el cultivo del algodón (*Gossypium hirsutum* L. var. 'Gossica' MC 23): *C. rotundus*, *Amaranthus dubius* Mart. (bledo), *I. tiliacea* y *Cucumis melo* L. (meloncillo), y sobre plántulas de algodón para observar susceptibilidad.

En preemergencia, las aplicaciones se hicieron inmediatamente después de la siembra y en postemergencia a los cinco días después de la emergencia del 50% de la población. Las variables observadas en preemergencia fueron porcentaje de emergencia diaria hasta 14 días después de la aplicación (dda) y masa seca (g) a los 16 dda. En postemergencia se evaluó la masa seca total (g) a los 12 dda. El porcentaje de emergencia se obtuvo al comparar el porcentaje de reducción en el número de plantas de los tratamientos respecto a un testigo sin tratar, siguiendo la metodología utilizada por Zhang y Watson (1997). La masa seca se evaluó luego de someter las muestras de plántulas completas a calor (70 °C), durante 72 horas.

Los análisis estadísticos se corrieron bajo el paquete SAS (Statistical Analysis System). Las interacciones dobles o triples que resultaron significativas se analizaron por medio de una prueba de *F* para contrastes ortogonales entre totales de tratamientos, a un nivel de significancia del 5%. Para tal efecto, se usó un *F* tabulado con uno y los grados de libertad del error. En los casos donde las interacciones no

mostraron efectos importantes, las pruebas de comparación de medias se ejecutaron por el test protegido de la diferencia mínima significativa (DMS), a un nivel de significancia del 5%.

Resultados y discusión

Efectos en preemergencia

Los resultados indicaron que el porcentaje de emergencia fue afectado principalmente por la especie y su interacción con otros factores y, al parecer, el efecto individual del extracto no fue importante (Cuadro 1). Para el caso de la masa seca, se observa un efecto importante de los factores individuales concentración y especie, así como de su interacción.

Cuadro 1. Significancia estadística en preemergencia de los factores extracto, concentración, especie y sus interacciones sobre el porcentaje de emergencia y la masa seca total por planta de cinco especies.

Fuente de variación	Emergencia (% a los 10 dda)	Masa seca total (g)
Extracto (E)	ns	ns
Concentración (C)	**	**
E x C	**	ns
Especie (Sp)	**	**
E x Sp	**	ns
C x Sp	**	**
E x C x Sp	ns	ns
<i>R</i> ²	0,96	0,97
C. V. (%)	15,1	18,7

* y ** significativos al nivel del 5% ($P < 0,05$) y 1% ($P < 0,01$), respectivamente; ns: no significativo ($P > 0,05$); dda: días después de la aplicación.

Porcentaje de emergencia

Los contrastes ortogonales que analizaron la interacción especie por extracto indicaron que, en general, todas las malezas incluyendo algodón presentaron reducciones significativas ($P < 0,05$) en la germinación ante la aplicación de los extractos (Cuadro 2). *A. dubius* es afectado significativamente ($P < 0,05$) por *G. sepium*; *I. tiliacea* fue más susceptible a *C. rotundus* que a *C. juncea* y *G. sepium*, y *C. melo* redujo significativamente su porcentaje de emergencia ante cualquiera de los tres extractos. Las plántulas de algodón se vieron más afectadas por la aplicación de *G. sepium* que cualquiera de los otros dos extractos, y *C. rotundus* presentó mayor susceptibilidad a *C. juncea* (Fig. 1).

Cuadro 2. Significancia estadística de la sumatoria de totales del porcentaje de emergencia de cuatro malezas y algodón para el análisis de la interacción especie por extracto en preemergencia.

Especie	Sumatoria de totales del porcentaje de emergencia			
	<i>Cyperus rotundus</i>	<i>Crotalaria juncea</i>	<i>Gliricidia sepium</i>	Testigo
<i>Amaranthus dubius</i>	319 b*	330 b	225 a	768 c
<i>Ipomoea tiliacea</i>	311 a	349 b	343 b	477 c
<i>Cucumis melo</i>	88 a	101 a	95 a	219 c
<i>Gossypium hirsutum</i>	740 b	769 b	699 a	876 c
<i>C. rotundus</i>	256 b	239 a	284 b	459 c

* Totales con la misma letra dentro de una fila son iguales estadísticamente de acuerdo con el test protegido de DMS, a un nivel del 5%.

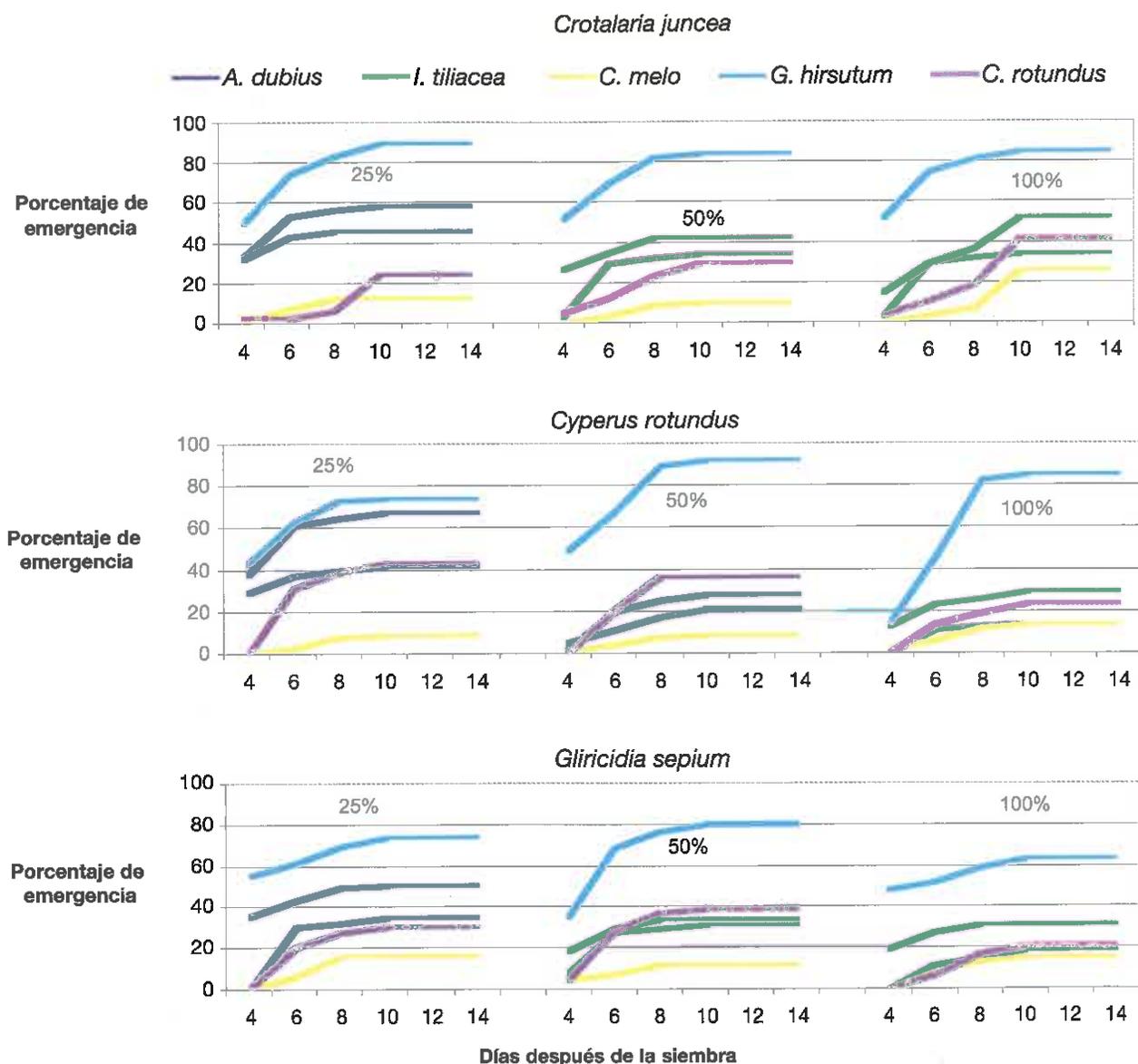


Figura 1. Porcentaje de emergencia de cuatro malezas y algodón bajo el efecto de tres extractos vegetales en tres concentraciones.

La descomposición de la interacción extracto por concentración se hizo únicamente para los extractos que registraron efectos significativos sobre determinada especie, con el fin de identificar la concentración más efectiva. Los resultados indicaron que la alelopatía observada en *A. dubius* ante el extracto de *G. sepium* fue significativa a una concentración del 100% de pureza. El efecto importante del extracto de *C. rotundus* sobre *I. tiliacea* se observó tanto al 50 como al 100% de su concentración. A su vez, *C. melo* fue susceptible a todas las concentraciones de los extractos evaluados, siendo la especie más afectada por los extractos. El extracto de *G. sepium* afectó el porcentaje de emergencia del algodón al 25 y 100% de concentración, en tanto que *C. juncea* afectó el porcentaje de emergencia de *C. rotundus* independientemente de la concentración.

Masa seca

En cuanto a la significancia de la interacción especie por concentración de la masa seca total en preemergencia, las concentraciones de 25% y 50% no mostraron ningún efecto sobre *C. melo*, *A. dubius* y algodón, pero sí fueron importantes para *I. tiliacea* y *C. rotundus*, siendo más efectiva la del 50%. Al comparar las concentraciones de 25% y 100% en *I. tiliacea*, se encontró que la segunda registró el mayor efecto bioherbicida (menor masa seca). Las concentraciones de 50% y 100% indicaron que existen efectos significativos sobre la masa seca de algodón y *C. rotundus*, siendo más efectiva esta última sobre *C. rotundus*.

Cuadro 3. Examen de la interacción especie por concentración del extracto para la variable masa seca total por planta (g) a los 16 días después de la aplicación.

Especie	Diferencias entre totales de concentraciones		
	25% - 50%	25% - 100%	50% - 100%
<i>Amaranthus dubius</i>	0,0 ns	0,0 ns	0,0 ns
<i>Ipomoea tiliacea</i>	-0,89 **	-0,75 **	0,14 ns
<i>Cucumis melo</i>	0,03 ns	0,02 ns	-0,01 ns
<i>Gossypium hirsutum</i>	0,69 ns	-0,57 ns	-1,03 **
<i>Cyperus rotundus</i>	40,6 **	0,56 ns	3,01 **

CM_{EE} = 0,0082; F_{tab} (1, gl_{ee} 96): 3,92; ns: no significativo (P > 0,05); * y ** significativos al nivel del 5% y 1%, respectivamente.

Efectos en postemergencia

La masa seca total por planta, evaluada en postemergencia, se vio afectada significativamente por las inte-

Cuadro 4. Significancia estadística de los factores extracto, concentración, especie y sus interacciones sobre la masa seca total por planta (g) en la postemergencia de cinco especies.

Fuente de variación	Masa seca total
Extracto (E)	ns
Concentración (C)	ns
E x C	**
Especie (Sp)	*
E x Sp	**
C x Sp	**
E x C x Sp	**
R ²	0,98
C.V. (%)	10,9

* y ** significativos al nivel del 5% (P < 0,05) y 1% (P < 0,01), respectivamente; ns: no significativo (P > 0,05).

racciones concentración por extracto, concentración por especie y extracto por especie. Asimismo, se observó un efecto altamente significativo (P < 0,01) en la triple interacción, sugiriendo que la biomasa es afectada diferencialmente al variar la especie, el extracto y la concentración de este último. Los valores de la masa seca de *A. dubius* fueron cercanos a cero en todos los tratamientos, por lo que no se discuten sus resultados. Los contrastes ortogonales realizados para analizar la interacción extracto por especie indicaron que *G. hirsutum* e *I. tiliacea* redujeron significativamente su masa seca de manera diferencial (P < 0,05), mientras que *C. melo* y *C. rotundus* no mostraron diferencias importantes ante la aplicación de cualquiera de los extractos evaluados (Fig. 2).

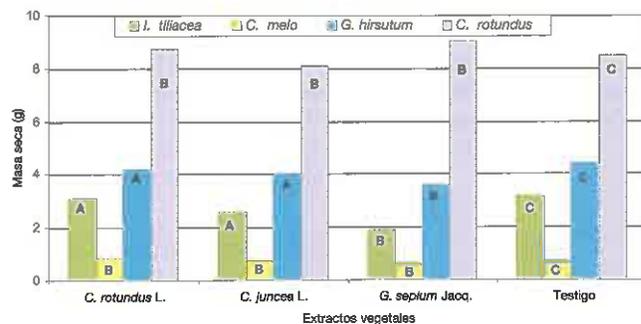


Figura 2. Masa seca por planta en postemergencia de tres maizas y algodón ante la aplicación de extractos vegetales. Promedios con la misma letra dentro de un mismo color (especie) son iguales estadísticamente según el test protegido de DMS, a un nivel del 5%.

La masa seca de *I. tiliacea* fue afectada significativamente (P < 0,05) por los tres extractos, presentando más y mejor eficacia el de *G. sepium*. Este mismo

extracto causó fitotoxicidad sobre las plántulas de *G. hirsutum*. Con base en las observaciones de las interacciones dobles, se analizó la interacción triple solamente para el efecto bioherbicida que ejerció *G. sepium* sobre algodón e *I. tiliacea*. Los resultados indicaron que la fitotoxicidad mostrada por estas dos especies fue independiente de las concentraciones utilizadas con este extracto.

Conclusiones

El efecto fitotóxico registrado en las cuatro especies evaluadas en pre- y postemergencia indica que existiría algún potencial para obtener extractos bioherbicidas a partir de *C. rotundus*, *G. sepium* o *C. juncea*. Con base en la respuesta de las variables evaluadas en preemergencia, se puede concluir que *G. sepium* registró efectos alelopáticos evidentes sobre el porcentaje de emergencia

de *A. dubius* y *G. hirsutum* a una concentración del 100%, por lo que debe tenerse precaución con esta especie. Asimismo, sería interesante explorar más a fondo el efecto de *C. juncea* sobre el porcentaje de emergencia de *C. rotundus*, que fue afectado por las tres dosis aplicadas, sobre todo si se tiene en cuenta que esta leguminosa es recomendada en algunos planes de recuperación de suelos en el Caribe colombiano. *C. melo* mostró susceptibilidad a las tres especies trabajadas como bioherbicidas potenciales, en las tres concentraciones utilizadas.

El estudio contempló solamente la identificación de las especies que podrían presentar efectos alelopáticos sobre algunas malezas comunes en el sistema de producción de algodón en el Caribe seco colombiano. Sería interesante identificar ingredientes activos, trabajar con otras partes de las plantas e iniciar trabajos exploratorios en el campo.

Literatura citada

- Alan, E; Barrantes, U. 1988. Efectos alelopáticos del madero negro (*Glyricidia sepium*) en la germinación y crecimiento inicial de algunas malezas tropicales. Revista Turrialba 38(4):271-278.
- Altieri, M; Doll, J. 1979. The potential of allelopathy as a tool for weed management in crops fields. Pans 24(4):459-502.
- Cate, JR; Hinkle, MK. 1993. Integrated pest management. The path of a paradigm. In National Audubon Society Special Report. New York, US, National Audubon Society. p. 117-132.
- CIAT-IPPC. 1975. Curso Corto de Postgrado para Investigadores en Control de Malezas. Cali, CO, CIAT. (Mimeo.).
- Cousens, R; Mortimer, M. 1995. Dynamics of weed populations. Cambridge, UK, Cambridge University Press.
- Dool, J. 1977. Manejo y Control de Malezas en el Trópico. Centro Internacional de Agricultura, Cali, octubre 1977. p. 114.
- Gogerty, R. 1996. Reduciendo el uso de los agroquímicos. El Surco 3: 101.
- Federación Nacional de Algodoneros. 1990. Bases técnicas para el cultivo del algodón en Colombia. 4 ed. Santafé de Bogotá, CO, Editora Guadalupe Ltda. 714 p.
- Ghersa, CM; Roush, ML. 1993. Searching for a solution to weed problems. Bio Science 43:104-109.
- Johnson, G; Hoverstad, TH; Greenwald, RE. 1998. Integrated weed management using narrow corn row spacing, herbicides and cultivation. Agronomy journal 90:40-46.
- Lydon, J; Teasdale, JR; Chen, PK. 1997. Allelopathic activity of annual wormwood (*Artemisia annua*) and the role of Artemisinin. Weed Science 45:807-811.
- Rice, E. 1979. Allelopathy: an update. Botanical Review 45(1):15-109.
- Williford, JR. 1992. Production of cotton on narrow row spacing. ASAE 35:1109-1112.
- Wyse, DL. 1994. New technology and approaches for weed management in sustainable agricultural systems. Weed Technology 8:403-407.
- Zhang, W; Watson, A. 1997. Efficacy of *Exserohilum monoceras* for the control of *Echinochloa* species in rice (*Oryza sativa*). Weed Science 45:144-150.

Selectividad de plaguicidas a *Oxystyla pulchella*, molusco depredador de *Orthezia praelonga*

Carlos Alexshander Macêdo Borges¹
Jucelmo Dantas da Cruz²

RESUMEN. Se llevaron a cabo experimentos de campo y laboratorio para evaluar el efecto de diversos plaguicidas sobre poblaciones de *Oxystyla pulchella*. En el campo, se montó un experimento en un huerto de naranja. Se utilizó un modelo experimental al azar, con siete repeticiones, para evaluar el efecto de cuatro plaguicidas (acefato, abamectina, dimetoato y aldicarb) durante cinco períodos (1, 2, 3, 7 y 15 días después de la aplicación de los agentes químicos). Adicionalmente, se realizaron dos experimentos en condiciones de laboratorio. El primero consistió en la inmersión de cinco individuos en una solución de pesticida durante 3 segundos y su posterior confinamiento en recipientes de cartón. Para este experimento también se utilizó un modelo al azar, utilizando nueve plaguicidas diferentes (acefato, abamectina, dimetoato, buprofosín, clorpirifós, fenpropatrín, lufenurón, aceite mineral y piriproxifén) y agua destilada como control; el efecto fue evaluado durante cinco períodos (2, 4, 6, 8 y 10 días después de la inmersión) y se realizaron cinco repeticiones para cada tratamiento. El segundo experimento consistió en la inmersión de los recipientes de cartón donde fueron confinados los caracoles en las diferentes soluciones de los plaguicidas mencionadas anteriormente. Los resultados indican que los productos analizados pueden ser adaptados al manejo integrado de plagas de cítricos que incluyan el uso de *O. pulchella* como agente de control biológico.

Palabras clave: *Citrus*, control biológico, selectividad, pesticidas, manejo integrado de plagas.

ABSTRACT. *Agrotoxicity selectivity to Oxystyla pulchella, a predator mollusk of Orthezia praelonga.* Field and laboratory trials were carried out to evaluate the effect of different pesticides on populations of *Oxystyla pulchella*. In the field, the experiment took place in an orange orchard. The experimental design was completely randomized, with seven repetitions, using four agrochemicals as treatments (acephate, abamectin, dimethoate, and aldicarb) and five evaluation periods: 1, 2, 3, 7, and 15 days after the application of chemicals. Two experiments were set up under laboratory conditions: the first one consisted of the immersion of five snails in a pesticide solution for three seconds and their subsequent confinement in cardboard containers. The design was completely randomized, with five repetitions, using nine pesticides as treatments (acephate, abamectin, dimethoate, buprofosin, chlorpyrifos, fenpropathrin, lufenuron, mineral oil, and pyriproxifen) and distilled water as a control treatment; observations were made after five evaluation periods: 2, 4, 6, 8, and 10 days after immersion in the solution. The second experiment consisted of the immersion of the cardboard containers, in which the snails were confined, in the pesticide solution. Results show that the tested chemicals can be adopted by integrated pest management strategies involving *O. pulchella* as a biological control agent, in citrus plantations.

Key words: *Citrus*, biological control, selectivity, pesticides, integrated pest management.

Introducción

Algunos insecticidas son capaces de controlar eficientemente una o más plagas y ser inocuos o afectar de modo insignificante los enemigos naturales de estas plagas. Los productos que presentan esta característica son conocidos como "selectivos". La selectividad puede ser una propiedad del insecticida cuando, en una misma dosis, el ingrediente activo es

menos tóxico para un organismo útil y más tóxico para el organismo plaga; este tipo de selectividad se conoce como "fisiológica" (Marques y Carvalho 1998) y ocurre, por ejemplo, cuando se reduce la absorción a través del tegumento, o aumenta la degradación de la sustancia tóxica por medio del sistema enzimático del organismo útil (Gallo *et al.* 1988).

¹ Agência Estadual de Defesa Agropecuária da Bahia, Defesa Sanitária Vegetal, Feira de Santana, Bahia, Brasil. carborges@bol.com.br

² Universidade Estadual de Feira de Santana, Departamento de Ciências Biológicas, Feira de Santana, Bahia, Brasil. jucelmo@uefs.br

Cuando la selectividad se obtiene en función de que una mayor cantidad de insecticida entra en contacto con la plaga, mientras que sólo una pequeña o ninguna cantidad entra en contacto con el enemigo natural, se le conoce como “selectividad ecológica”; en otras palabras, se da cuando existe un nivel de exposición diferente de estos dos grupos de organismos al insecticida. Este tipo de selectividad puede obtenerse aplicando apropiadamente el insecticida; por ejemplo, aplicando el producto en secciones o en plantas alternas, realizando una aplicación localizada, tomando en cuenta la época de aplicación del producto, mediante el uso de cebo o microcápsulas, empleando una dosis inferior, aplicando insecticidas granulados sistémicos en el suelo (Marques y Carvalho 1998) o pesticidas sistémicos en el tronco (Gravena 1991).



Figura 1. *Oxystyla pulchella* Spix, 1827 (Mollusca: Bulimulidae) en rama de naranjo.

El control biológico realizado por los enemigos naturales nativos desempeña un papel valioso, al prevenir que determinados organismos se tornen en plagas y lleguen a causar daños económicos (Muma *et al.* 1975). *Oxystyla pulchella* Spix, 1827 (Mollusca: Bulimulidae) (Fig. 1), conocido comúnmente como “caracol rayado”, se encuentra en pomares cítricos de los Estados de Bahia y Sergipe, en Brasil. Este molusco podría ser utilizado en el manejo integrado de plagas de la citricultura, ya que es capaz de controlar eficientemente el homóptero *Orthezia praelonga* Douglas, 1891 (Insecta: Ortheziidae) (Cruz 1995, Cruz *et al.* 1999, Cruz *et al.* 2000). Además de depredar esta cochinilla, *O. pulchella* también trae otros beneficios

al cultivo de cítricos, como la remoción de algas, líquenes y hongos de revestimiento, además de promover el reciclaje de nutrientes a través de sus excrementos, ricos en macro y micronutrientes para el suelo (Cruz 1995, Cruz *et al.* 1999, Cruz *et al.* 2000).

En virtud del gran beneficio que este molusco trae a las plantaciones de cítricos, se hace necesario verificar el efecto que los insecticidas y acaricidas más utilizados en la citricultura puedan tener sobre las poblaciones de *O. pulchella*, dado que tales productos pueden ocasionar un desequilibrio biológico que perjudique considerablemente la supervivencia del molusco. En consecuencia, el objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de diferentes insecticidas y acaricidas sobre *O. pulchella*, para seleccionar aquellos que minimicen el impacto negativo en la población de este caracol, y así poder incluirlo en programas de manejo integrado de plagas (MIP).

Materiales y métodos

Experimento de campo

El experimento se llevó a cabo en un huerto de cítricos con ocurrencia natural de *O. pulchella*, ubicado en el municipio de Conceição da Feira, Bahia, Brasil. El huerto estaba compuesto por naranjos *Citrus sinensis* L. Osb. var. ‘Pera’, con una edad aproximada de ocho años, cultivados en parcelas de 3 x 6 m.

Se seleccionaron 28 naranjos con porte y vigor homogéneos. Posteriormente, se procedió a la selección de 30 caracoles en cada planta. Los caracoles fueron marcados en la concha con tinta vinílica de cuatro colores diferentes, cada una correspondiente a uno de los pesticidas evaluados. Durante la selección de estos moluscos, se procuró seleccionar individuos con tamaño semejante.

Los caracoles fueron confinados en sus respectivos árboles para evitar su migración fuera de las parcelas experimentales. Para ello, se abrió un surco de aproximadamente 10 cm de profundidad y 10 cm de ancho, localizado a 10 cm de la proyección de la copa. Este surco fue recubierto por una película de polietileno negro que sirvió de soporte para cristales de cloruro de potasio (Cruz 1995).

Se utilizó un modelo experimental al azar con siete repeticiones para cada tratamiento y un árbol por parcela. Los tratamientos fueron cuatro tipos de plaguicidas y cinco períodos de evaluación (1, 2, 3, 7 y 15 días después de la aplicación de los productos) (Cuadro 1).

Cuadro 1. Principios activos, productos comerciales y dosis utilizados en el experimento de campo.

Principio activo	Producto comercial	Dosis del producto comercial ^z	Observación
Aldicarb ^y	Temik® 150	100 g/árbol	Aplicado en surco de 15 cm de profundidad en la proyección de la copa del árbol.
Abamectina	Vertimec® 18 CE	20 ml/100 l de agua	Aplicando hasta el punto de escurrimiento (Matuo 1990).
Acefato	Orthene® 750 BR	50 g/100 l de agua	15 litros/árbol.
Dimetoato	Dimetoato® CE	190 ml/100 l de agua	8 litros/árbol.

^z Dosis comercial; ^y modelo para comparación

El compuesto químico aldicarb fue utilizado como modelo de comparación, ya que su formulación granulada, de acción sistémica, el estar destinado exclusivamente al tratamiento del suelo y ser obligatoriamente cubierto con tierra (Andrei 1999) posibilitan la selectividad ecológica de enemigos naturales (Gallo *et al.* 1988, Gravena 1991, Yamamoto *et al.* 1992, Marques y Carvalho 1998). La selectividad ecológica está relacionada con el modo de utilización de los insecticidas, con el objeto de minimizar la exposición de enemigos naturales al agente químico (Pedigo 1999). De esta manera, al ser un producto adecuado al MIP (Gravena 1991), no resultaría en principio tóxico a *O. pulchella*. Siendo así, sería importante seleccionar productos distintos del aldicarb, que también puedan actuar de manera selectiva con relación a los enemigos naturales de las plagas.

Las pulverizaciones fueron realizadas con un pulverizador costal simétrico, utilizando un pico universal. A cada solución se adicionaron 10 ml/100 l de agua del surfactante Agral®.

Las evaluaciones se llevaron a cabo contando el número de caracoles vivos encontrados en las copas de los árboles. Los datos obtenidos se expresaron en número promedio de caracoles vivos por árbol y se sometieron a un análisis de varianza, siendo las medianas discriminadas por la prueba de Tukey al 5% de probabilidad.

La disminución en la población de los caracoles detectada al tercer día después de la aplicación del dimetoato se calculó a partir de la media de caracoles vivos encontrados en las copas de los naranjos. Seguidamente, se convirtió el valor encontrado a porcentaje y se sustrajo del 100%, que corresponde al número total de caracoles seleccionados por planta, es decir, 30 individuos por planta.

Los caracoles con síntomas de intoxicación se caracterizaron por encontrarse caídos sobre el suelo, inmóviles y con el cuerpo completa o parcialmente recogido en la concha; al ser tocados, respondían lentamente al estímulo. La fuga de los caracoles se caracterizó por su descenso de la copa de los naranjos en busca de refugio en el suelo, bajo el área de proyección de la copa de las plantas, o por ser encontrados muertos en los surcos impregnados con cloruro de potasio.

Experimentos de laboratorio

El trabajo de laboratorio consistió en dos experimentos llevados a cabo en la Universidade Estadual de Feira de Santana, Bahia, Brasil, bajo condiciones naturales de temperatura y humedad relativa. Durante el período de evaluación, los caracoles fueron alimentados con cáscara de melón y sandía.

Inmersión de los caracoles en solución plaguicida. Se confeccionaron cajas con cartón tipo Pino no. 100, de 17 x 15 x 11 cm, para confinar los caracoles. Seguidamente, se prepararon bolsas de tela fina y se colocaron cinco caracoles en su interior para ser inmersos en la solución de pesticida durante tres segundos. Posteriormente, los caracoles tratados se colocaron en las cajas de cartón —previamente identificadas— y encerraron utilizando tela fina y elásticos. El período de inmersión de tres segundos fue seleccionado a partir de observaciones previas, las cuales indicaron que sería un período suficiente para proporcionar una inmersión adecuada de *O. pulchella*.

El modelo experimental fue al azar, utilizando como tratamientos nueve principios activos y un control (agua destilada) y cinco períodos de evaluación: 2, 4, 6, 8 y 10 días después de la exposición de los caracoles a los pesticidas (Cuadro 2). Se realizaron cinco repeticiones, eva-

luando cinco caracoles por parcela. Se anotó el número de caracoles muertos por tratamiento. Dado que no se observó mortalidad en ninguno de los tratamientos, no fue necesaria la aplicación de análisis estadísticos.

Cuadro 2. Principio activo, producto comercial y dosis utilizada en el experimento de laboratorio.

Principio activo	Producto comercial	Dosis del producto comercial ²
Acefato	Orthene® 750 BR	50 g/100 l de agua
Abamectina	Vertimec® 18 CE	15 ml/100 l de agua
Buprofasin	Applaud® 250	100 g/100 l de agua
Clorpirifós	Losbram® 480 BR	100 ml/100 l de agua
Dimetoato	Dimetoato® CE	190 ml/100 l de agua
Fenpropatrín	Meothrin® 300	50 ml/100 l de agua
Lufenurón	Match® CE	75 ml/100 l de agua
Aceite mineral	Triona®	1,00 l/100 l de agua
Piriproxifén	Cordial® 100	50 ml/100 l de agua
Agua destilada	Control	—

Los agentes químicos fueron preparados en la proporción necesaria para un litro.
² Dosis comercial.

Inmersión del recipiente de cartón en solución plaguicida. Este experimento consistió en tratar con los diferentes plaguicidas el recipiente donde serían confinados los caracoles. Para ello, se utilizaron cajas de cartón semejantes a las del ensayo anterior. Las cajas fueron inmersas en la solución de plaguicida y dejadas en reposo para escurrir el exceso del producto. Posteriormente, en cada una fueron confinados cinco caracoles adultos de tamaño semejante. En seguida, los recipientes se cerraron utilizando tela fina y elástico.

El diseño experimental, los tratamientos utilizados y la evaluación realizada fueron iguales a los del experimento anterior. Al igual que en el primer experimento de laboratorio, no fue necesaria la aplicación de análisis estadísticos, pues no se registró ninguna muerte en los caracoles sometidos a los tratamientos con pesticidas.

Cuadro 3. Promedio de caracoles vivos por árbol a 1, 2, 3, 7 y 15 días tras la aplicación de los plaguicidas. Bahía, Brasil, agosto de 1999.

Plaguicidas			Promedio de caracoles vivos				
Principio activo	Producto comercial	Dosis	1 dda ²	2 dda	3 dda	7 dda	15 dda
Aldicarb	Temik® 150	100 g/planta	30,00 a	29,29 a	29,14 a	29,14 a	29,14 a
Abamectina	Vertimec® 18 CE	20 ml/100 l	29,57 a	29,57 a	29,14 a	29,71 a	29,57 a
Acefato	Orthene® 750 BR	50 g/100 l	29,86 a	29,57 a	29,14 a	29,71 a	29,14 a
Dimetoato	Dimetoato® CE	190 ml/100 l	29,43 a	28,86 a	23,86 b	27,29 b	26,71 b

² Días después de la aplicación. Las medianas seguidas por la misma letra en una misma columna no difieren significativamente según el test de Tukey, al 5% de probabilidad.

Resultados y discusión

Experimento de campo

El efecto de la aplicación de los diferentes agentes químicos comienza a partir del tercer día después de su aplicación, dado el número mediano de caracoles vivos observados en cada árbol durante los períodos de evaluación (Cuadro 3). Asimismo, se verificó que el dimetoato tuvo un efecto significativo en la disminución poblacional de *O. pulchella*, difiriendo estadísticamente de los demás plaguicidas, los cuales no presentaron diferencias entre sí.

El efecto máximo del dimetoato fue observado al tercer día después de su aplicación, provocando una reducción del 20,47% en la población de caracoles. Sin embargo, a partir del séptimo día hubo un aumento en la población de estos moluscos a niveles estadísticamente iguales a los del segundo día después de la aplicación del producto, lo que indica que hubo una tendencia a la estabilización, pues no hubo diferencia estadística entre el número de individuos observados durante el séptimo y quinceavo día después de la aplicación (Fig. 2). Esta observación podría ser explicada por el hecho de que hubo fuga de caracoles de la copa de los árboles tras la aplicación del insecticida, lo que fue evidenciado por la presencia de individuos vivos en el suelo bajo la copa de los árboles pulverizados, y también por la caída al suelo de caracoles intoxicados (Fig. 3).

Es de suponer que, con la disminución del efecto del dimetoato, las condiciones propicias para la supervivencia de los caracoles tendieron a restablecerse, estimulando de esta manera el regreso de parte de aquellos caracoles que se recuperaron de la intoxicación provocada por el agente químico. La reducción observada en los árboles al tercer día se debió no sólo a la muerte de individuos, sino principalmente a su fuga de la copa de los árboles o su caída por intoxicación (Fig. 3).

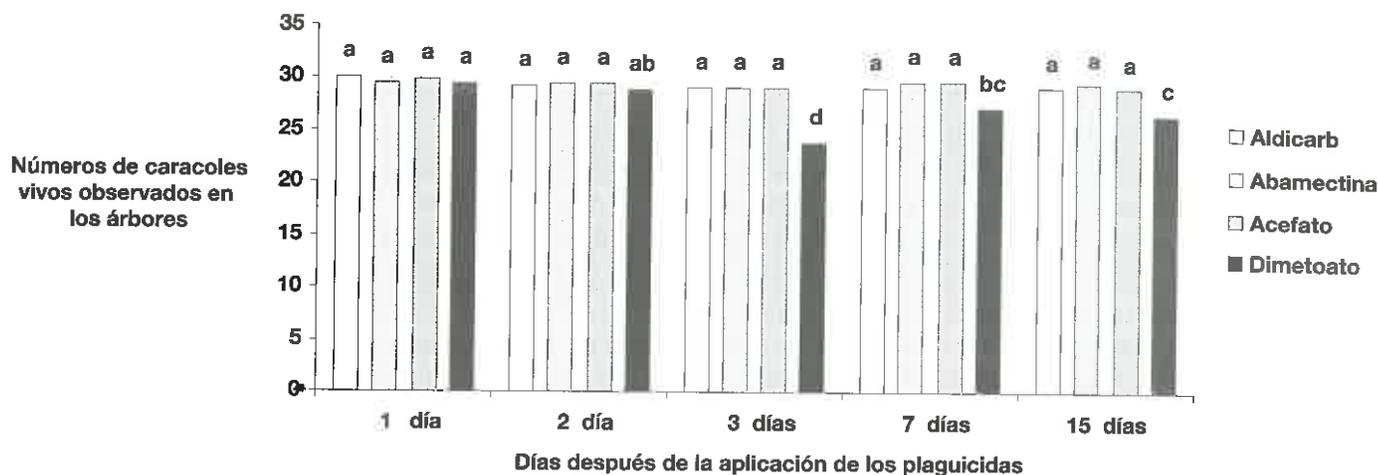


Figura 2. Efecto de la aplicación de plaguicidas sobre la población de *O. pulchella*. Bahía, Brasil, agosto de 1999.

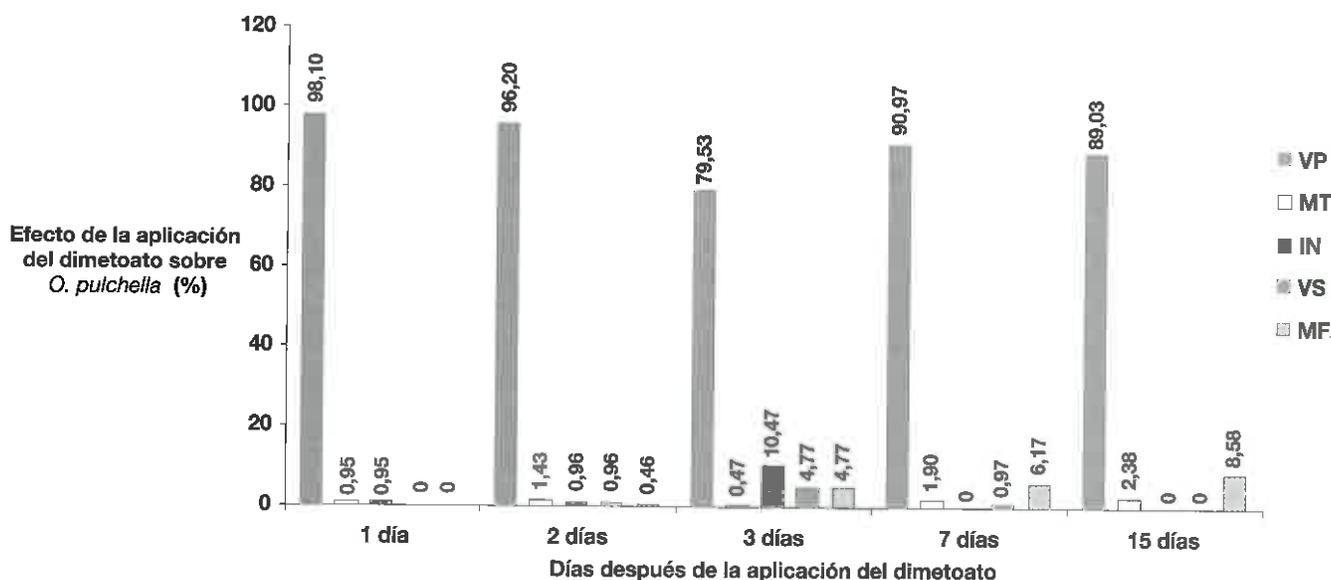


Figura 3. Efecto de la aplicación del dimetoato sobre el porcentaje de *O. pulchella* encontrados vivos en los árboles (VP), muertos (MT), intoxicados (IN), vivos en el suelo (VS) y muertos en la solución de KCl (MF). Bahía, Brasil, agosto de 1999.

Al séptimo día después de la aplicación, los caracoles que presentaban síntomas de intoxicación habían desaparecido totalmente (Fig. 3). Este hecho se debe a la muerte de algunos de los caracoles, probablemente a partir de complicaciones provocadas por la acción del insecticida. Sin embargo, algunos de ellos se recuperaron de la intoxicación y permanecieron en el suelo bajo la copa de los árboles, mientras que otros murieron deshidratados en el cloruro de potasio durante un intento de fuga de las parcelas. Aun así, la mayoría de los individuos regresaron a los árboles de origen, provocando la elevación en el número de caracoles vivos observados en los árboles a partir del séptimo día (Fig. 3).

La fuga de los caracoles de la copa de los árboles fue observada a partir del segundo día después de la aplicación del dimetoato y se extendió hasta el último día de la evaluación, evidenciando así que este insecticida tuvo un efecto más repelente que letal. Sin embargo, diversos autores han reportado un efecto sumamente tóxico para el dimetoato, el cual ha provocado una alta mortalidad en diversas especies de enemigos naturales, como *Pentilia egena* (Gravena y Lara 1976, Gravena 1991, Yamamoto *et al.* 1992), *Cycloneda sanguinea*, *Stethorus* sp., *Phytoseiidae* spp., *Aphytis lingnanensis*, *Aphytis holoxanthus*, *Prospaltella perniciosi* (Gravena 1991) y *Coccidophilus citricola*

(Yamamoto *et al.* 1992). Sin embargo, de acuerdo con los resultados encontrados y según la clasificación del nivel de mortalidad sugerida por Ribeiro y Humeres (1991) y adaptada por Yamamoto *et al.* (1992), quienes consideran como inocuo aquel plaguicida que provoque de 0 a 10% de mortalidad, el dimetoato puede ser considerado inocuo para *O. pulchella*, dado que la mortalidad máxima bajo el efecto de este insecticida fue de 2,38% al quinceavo día después de su aplicación.

Los agentes químicos abamectina y acefato no presentaron diferencias entre sí y su efecto fue estadísticamente igual al del aldicarb, el cual no alteró significativamente la población de los caracoles durante el transcurso de las evaluaciones. Este efecto del aldicarb era esperado, pues además de ser un granulado sistémico, fue incorporado al suelo, ejerciendo de esta forma una acción ecológica y selectiva (Gallo *et al.* 1988, Gravena 1991, Yamamoto *et al.* 1992, Marques y Carvalho 1998).

Experimentos de laboratorio

En los dos experimentos de laboratorio, todos los productos evaluados mostraron un efecto igual al del control, es decir, no provocaron mortalidad en estos moluscos. Sin embargo, la explicación de este hecho no es evidente. Los resultados observados pueden deberse tanto a una resistencia natural del caracol rayado a estos agentes químicos como a que la metodología aplicada no haya sido la adecuada para este tipo de organismo.

Existe la posibilidad de que este molusco sea resistente a los agentes químicos debido a la protección brindada por su concha calcárea y la mucosidad que el caracol secreta durante su desplazamiento. Estos elementos podrían funcionar como protectores que impiden el contacto del pesticida con el cuerpo del animal. Adicionalmente, cabría la posibilidad de una resistencia fisiológica por parte de *O. pulchella*, que no puede ser rechazada *a priori*.

Comparando el experimento realizado en laboratorio con el de campo, la muerte de los caracoles en campo puede haber sido provocada por la ingestión de alimento contaminado con los plaguicidas, dado que en condiciones de laboratorio el alimento ofrecido a los caracoles no estuvo en contacto con los agentes químicos. Sin embargo, la mortalidad observada en el campo tuvo un máximo de 2,38%, lo cual es muy se-

mejante a los resultados obtenidos en laboratorio, ya que según la clasificación de Ribeiro y Humeres (1991), adaptada por Yamamoto *et al.* (1992), son considerados inocuos aquellos productos que causan mortalidad de 0 a 10%.

Así, los resultados indican que la resistencia de *O. pulchella* a la acción de los pesticidas evaluados se debe a una característica intrínseca de este molusco, dada la coherencia observada entre los ensayos de campo y los de laboratorio.

Con relación a la posibilidad de que el método utilizado en el laboratorio no haya sido adecuado, según Browing (1994) los métodos que consisten en la disposición residual en superficies inertes —como el experimento en el cual el recipiente de cartón fue inmerso en solución de plaguicida— son ampliamente utilizados y tienen gran soporte en la literatura como métodos confiables que han sido utilizados con éxito en la evaluación de susceptibilidad de diversos enemigos naturales a plaguicidas. Las críticas a este método incluyen la observación de resultados variables atribuidos a diferentes niveles de actividad del organismo evaluado, el posible impacto de la evaporación del compuesto químico sobre los resultados y la artificialidad del sistema en comparación con la exposición a los plaguicidas en el campo. Con respecto al método de inmersión de individuos en solución de pesticida, el mismo autor afirma que esta técnica permite realizar comparaciones sin tener en cuenta posibles alteraciones de comportamiento del organismo y de otras variables encontradas en otras técnicas; sin embargo, también es un método artificial que no refleja las condiciones encontradas en el campo. La técnica de inmersión es ampliamente utilizada en bioensayos que involucran insectos (Souza *et al.* 1987, Carazo *et al.* 1996, Picanço *et al.* 1998, Gusmão *et al.* 2000, Moura *et al.* 2000, Crespo *et al.* 2002) y ácaros (Smith *et al.* 1963, Jeppson *et al.* 1975).

En conclusión, los resultados observados en los ensayos de campo y laboratorio sugieren que los agentes químicos evaluados son selectivos a *O. pulchella* y pueden ser adoptados en programas de MIP que involucren este molusco. Además, la especie *O. pulchella* parece poseer uno o varios mecanismos de resistencia a los pesticidas. Estos mecanismos podrían incluir la concha calcárea y la mucosidad que este molusco elimina, los cuales podrían funcionar como protectores contra la acción de los agentes químicos.

Literatura citada

- Andrei, E. 1999. *Compêndio de defensivos agrícolas*. 6 ed. São Paulo, BR, Andrei Editora. 672 p.
- Browning, HW. 1994. Seletividade de agrotóxicos e controle biológico de cochonilhas no MIP-Citrus. *In Seminário Internacional de Citros-Mip* (3, 1994, Bebedouros). Anais. Campinas, BR, Fundação Cargill. p. 121-152.
- Carazo, E; Martínez, JL; Bustamante, M. 1996. Insecticidas y resistencia. *In Hilje, L. ed. Metodologías para el Estudio y Manejo de Mosca Blancas y Geminivirus*. Turrialba, CR, CATIE. p. 84-96.
- Crespo, ALB; Picanço, MC; Bacci, L; Pereira, EJG; Gonring, AHR. 2002. Seletividade fisiológica de inseticidas a vespidae predadores de *Asciã monuste orseis*. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 37(3):237-242.
- Cruz, JD, da. 1995. O caracol rajado *Oxystyla pulchella* (MOLLUSCA: BULIMULIDAE), um organismo benéfico ao pomar cítrico. Cruz das Almas. Dissertação. Mestrado em Agronomia. Brasil, Universidade Federal da Bahia. 48 p.
- _____; Marques, OM; Nascimento, AS Do. 1999. Consumo de *Orthezia praelonga* Douglas, 1891 (INSECTA: ORTHEZIIDAE) por *Oxystyla pulchella* (GASTROPODA: BULIMULIDAE) em laboratório. *Sitientibus* (20):81-88.
- _____; Marques, OM; Nascimento, AS Do; Marques OM. 2000. Remoción de organismos epifíticos de *Citrus sinensis* por el caracol *Oxystyla pulchella*. *Manejo Integrado de Plagas* 58:66-69.
- Gallo, D; Nakano, O; Silveira Neto, S; Carvalho, RP; Batista, GC; Berti Filho, E; Parra, JRP; Zucchi, RA; Alves, SB. Vendramim, JD. 1988. *Manual de entomologia agrícola*. 2 ed. São Paulo, BR, Agronômica Ceres. 649 p.
- Gravena, S; Lara, FM. 1976. Efeito de alguns inseticidas sobre predadores entomófagos em citrus. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil* 5(1):34-38.
- _____. 1991. Manejo integrado de pragas dos citros no Brasil. *In Rodriguez, O; Viégas, F; Pompeu, Jr; Amaro, AA. eds. Citricultura brasileira*. 2 ed. Campinas, SP, BR, Fundação Cargill. v.2, p. 852-885.
- Gusmão, MR; Picanço, M; Gonring, AHR; Moura, MF. 2000. Seletividade fisiológica de inseticidas a vespidae predadores do bicho-mineiro-do-cafeeiro. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 35(4):681-686.
- Jeppson, LR. 1975. Toxicity of citrus pesticides to some predaceous *Phytoseiid mites*. *Journal of Economic Entomology* 68(5):707-710.
- Marques, OM; Carvalho, CAL. 1988. Controle de pragas na agricultura. 49 p. (Apostila).
- Matuo, T. 1990. Métodos de aplicação de defensivos. *In Tecnologia de aplicação de defensivos*. Jaboticabal, SP, BR, FCAV/UNESP. p. 17-39.
- Moura, MF; Picanço, M; Gonring, AHR; Bruckner, CH. 2000. Seletividade de inseticidas a três vespidae predadores de *Dione juno juno* (Lepidoptera: Heliconidae). *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 35(2):251-257.
- Muma, MH; Selhime, AG; Denmark, HA. 1975. An annotated list of predators and parasites associates with insects and mites on Florida citrus. Florida, US, Agricultural Experimental Station. 46 p. (Bulletin no. 634B).
- Pedigo, LP. 1999. *Entomology and pest management*. 3 ed. Upper Saddle River, US, Prentice Hall. 691 p.
- Picanço, M; Ribeiro, LJ; Leite, GLD. Gusmão, MR. 1998. Seletividade de inseticida a *Polybia ignobilis* (Haliday) (Hymenoptera: Vespidae) predador de *Ascia monuste orseis* (Godart) (Lepidoptera: Pieridae). *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil* 27(1):85-90.
- Smith, FL Henneberry, TJ; Boswell, AL. 1963. The pesticide tolerance of *Typhlodromus fallacis* (Graman) and *Phytoseiulus persimilis* A.H. with some observations on the predator efficiency of *P. persimilis*. *Journal of Economic Entomology* 56(4):274-278.
- Souza, B; Matioli, JC; Santa-Cecília, LVC. 1987. Seletividade de avermectin-B1 (MK-936) ao *Trichogramma demoraesi* Nagaraja, 1983 (Hym., Trichogrammatidae), em condições de laboratório. *Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz* 44:825-847.
- Yammamoto, PT; Pinto SA; Paiva, PEB; Gravena, S. 1992. Seletividade de agrotóxicos aos inimigos naturais de pragas dos citros. *Laranja* 13(2):693-708.

Susceptibilidad de *Cyclocephala comata* a diferentes agentes de control biológico

Pedro Posos Ponce¹
Javier Carreón Amaya¹
Juan Carlos Serratos Arévalo¹
Eugenio Guerrero Rodríguez²
José Luis Martínez Ramírez³

RESUMEN. El uso indiscriminado de insecticidas para el manejo de *Cyclocephala comata* ha ocasionado un alto grado de resistencia de *C. comata* a estos productos, por lo que se crea la necesidad de identificar y evaluar agentes de control biológico que permitan obtener un control adecuado de la plaga. El objetivo de esta investigación fue determinar la dosis letal media (DL₅₀) de extractos de plantas (ajo, cebolla y nim) y algunos agentes entomopatógenos. Los productos fueron diluidos en agua destilada y posteriormente se procedió a correr los bioensayos de cada bioinsecticida mediante la técnica de aplicación tópica, evaluando de nueve a 12 niveles de dosis de cada bioinsecticida sobre 20 larvas. Los tratamientos a base de ajo, cebolla y nim no mostraron efecto de control sobre las larvas de *C. comata*. La población se mostró sensible al hongo entomopatógeno *Metarhizium anisopliae*, obteniendo la DL₅₀ con 2,1x10¹¹ conidios por larva. Con el nematodo *Steinernema*, la DL₅₀ se obtuvo con 209 nematodos/larva, y con *Heterorhabditis* la DL₅₀ se obtuvo con 42 nematodos/larva.

Palabras clave: *Metarhizium*, nemátodos, bioplaguicida, susceptibilidad.

ABSTRACT. Susceptibility of *Cyclocephala comata* to biological control agents. In México, control of *C. comata* is based mainly on chemical products. Excessive use of pesticides has caused a high level of *C. comata* resistance; it is therefore necessary to evaluate different biopesticides to find the ones able control the pest. The objective of our research was to determine the LD₅₀ of plant extracts such as garlic, onion and neem, as well as entomopathogenic agents such as fungi (*Metarhizium anisopliae*) and nematodes (*Steinernema* and *Heterorhabditis*). The products were dissolved in distilled water and a bioassay was carried out for each biopesticide through topical application. For each biopesticide, 9-12 dosage levels were evaluated on 20 larvae. Mortality was corrected by Abbot. Results were analyzed by Probit analysis for dosage response. Results were plotted on a logarithmic scale to obtain a slope. Garlic, onion and neem treatments did not have a controlling effect on larvae. *C. comata* was very susceptible to the pathogenic fungi *M. anisopliae*, with a LD₅₀ of 2.1X10¹¹ conidia/larvae. For the *Steinernema* nematode, the LD₅₀ was 209 nematodes/larvae, and of 42 nematodes/larvae for *Heterorhabditis*.

Key words: *Metarhizium*, nematodes, biopesticides, susceptibility.

Introducción

En México, las plagas rizófagas representan uno de los principales problemas fitosanitarios en maíz (SARH 1992, Morón 2001). Jalisco es uno de los estados más representativos de este problema, con una superficie infestada de aproximadamente 200000 ha, localizadas principalmente la zona central, abarcando áreas de temporal (Félix 1990, Morón 2001).

Entre los géneros de gallinas ciegas, las larvas de *Cyclocephala comata* Bates (Coleoptera: Scarabaeidae) representan uno de los principales problemas fitosanitarios en el estado de Jalisco, donde llegan a afectar alrededor de 29 familias de plantas y aproximadamente 100 cultivos diferentes (Morón 1990). Pueden atacar cualquier cultivo en sus diferentes etapas de desarrollo, sien-

¹ Instituto Tecnológico Agropecuario de Jalisco No. 26, Jalisco, México. ppozos@prodigy.net.mx

² Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo Coahuila, México. eugenio9@yahoo.com.mx

³ Universidad de Guadalajara, CUCBA, Zapopan, Jalisco, México. jlmartin@cucba.udg.mx

do la más crítica los primeros 60 días (Pérez 1987). Morón (2001) señala que el daño ocasionado por las larvas de gallina ciega sobre el sistema radicular es severo, porque requieren consumir de 45 a 65 veces su peso corporal. Además, como consecuencia de las heridas causadas al sistema radicular de las plantas, aumenta la incidencia de enfermedades provocadas por patógenos del suelo, como *Fusarium* (Alavez 1988).

En los últimos años, las principales herramientas que los agricultores han tenido para combatir a *C. comata* son el control agrícola y el control químico, siendo este último el más generalizado, ya que en un inicio se utilizaron los insecticidas clorados, los cuales fueron retirados del mercado hace algunos años y, en la actualidad, los ingredientes activos de uso común están representados principalmente por fosforados, carbamatos y, más recientemente, los piretroides (PLM 1999, PLM 2002).

Algunos de estos productos se han utilizado repetidamente desde hace 15 años, y las larvas de *C. comata* han mostrado altos niveles de resistencia desde 1993 (Posos *et al.* 1995). Por ello, el objetivo principal del presente trabajo fue evaluar la efectividad biológica de diferentes agentes de origen natural —como hongos entomopatógenos, nematodos y extractos de plantas— como alternativas de combate de esta plaga.

Materiales y métodos

La investigación se realizó con una población de *C. comata* procedente de San Martín Hidalgo, Jalisco, México, ubicado a 20°16'N y 103°56'O, a 1300 msnm. El clima se clasifica como (A)C(wo)a(e) según Köppen modificado por García, perteneciendo al grupo de los semicálidos, subhúmedos, con verano cálido. La temperatura media anual en el mes más cálido es de 22 °C. La precipitación pluvial es de 887 mm anuales. Los suelos son de origen volcánico, clasificados como suelos vertisoles, pélicos de textura fina, de color gris oscuro (INEGI 2000).

El material biológico de la población de *C. comata* se obtuvo de parcelas comerciales de cultivos sembrados en la región durante los ciclos 2001 y 2002.

Las larvas de *C. comata* se recolectaron en los meses de julio y agosto, y se colocaron en bolsas negras de polietileno a las que previamente se adicionó una proporción de tierra en mezcla con materia orgánica o germinado de maíz, para que las larvas tuvieran de qué alimentarse y, a la vez, se les proporcionaran condiciones similares a las de su medio para ser trasladadas al laboratorio. Una vez recolectadas las larvas, se trasladaron a los laboratorios del Centro de Investigación y Graduados Agropecuarios del Instituto Tecnológico Agropecuario No. 26, en Jalisco.

En el laboratorio, se colocó el material biológico en cajas de plástico con tierra y materia orgánica, seleccionando las larvas de tercer estadio de acuerdo al tamaño, para que fueran lo más homogéneas posible, y se les proporcionó alimento. Seguidamente, se pesaron y separaron en grupos de 20 larvas, las que se colocaron en cajas desechables de polipropileno, con una mezcla de tierra y materia orgánica.

Para la realización de los bioensayos y la determinación de la DL₅₀ de *C. comata*, se utilizó la técnica de aplicación tópica propuesta por la FAO en 1979, la cual consiste en aplicar con una micropipeta 1 µl de la solución insecticida con agua destilada en el dorso de la larva. La mortalidad se evaluó a las 48 h después de tratar las larvas. Los insectos se colocaron en cajas de polipropileno provistas de alimento fresco (Lagunes y Vázquez 1994).

Se llevaron a cabo bioensayos con diferentes rangos de dosis de cada uno de los agentes de control biológico mencionados anteriormente (Cuadro 1), diluidos en agua destilada. Después de 24 y 48 h de aplicados, se midió la mortalidad. Para cada uno de los bioensayos, se corrieron cinco dosis discriminatorias y un testigo sin aplicar. Se utilizaron 20 lar-

Cuadro 1. Insecticidas biológicos utilizados para determinar la susceptibilidad de *Cyclocephala comata* Bates en San Martín Hidalgo, Jalisco, México.

Insecticida	Concentración	Dosis evaluadas
Extracto de ajo	500000 ppm	100000; 50000; 25000; 12500; 6250 ppm
Extracto de cebolla	500000 ppm	100000; 50000; 25000; 12500; 6250 ppm
Azatina (derivado del nim)	3000 ppm	100000; 50000; 25000; 12500; 6250 ppm
<i>Metarhizium anisopliae</i>	5 x 10 ⁹ conidios/g	5X10 ¹¹ ; 2,5X10 ¹¹ ; 12,5X10 ¹⁰ ; 6,25X10 ¹⁰ ; 15,6X10 ⁹ conidios por larva
<i>Steinernema carpocapsae</i>	10 millones/vial	1000, 500, 250, 125, 62, 31 nem/larva
<i>Heterorhabditis bacteriophora</i>	10 millones/vial	1000, 500, 250, 125, 62, 31 nem/larva

Cuadro 2. Dosis letales y límites fiduciales de insecticidas biológicos en larvas de tercer estadio de *Cyclocephala comata* Bates en Jalisco, México.

Tratamiento	DL ₅₀ ^z	Límites fiduciales al 95% de confianza	DL ₉₅ ^z	χ ²
Extracto de ajo	Sin efecto			
Extracto de cebolla	Sin efecto			
Azatina (nim)	Sin efecto			
<i>Metarhizium anisopliae</i>	2,1x10 ¹¹ z	(17,5x10 ¹⁰ -2,5x10 ¹¹)	19,3x10 ¹¹	0,0534
<i>Steinernema carpocapsae</i>	209,45 y	(138,97-329,46)	135509,48	0,0048
<i>Heterorhabditis bacteriophora</i>	41,98	(27,45-57,10)	1518,88	0,0454

^z Dosis expresadas en conidias por larva.

^y Dosis expresadas en nematodos por larva.

vas por dosis; cuando se presentó mortalidad en el testigo sin aplicar se procedió a calcular el porcentaje de mortalidad mediante la fórmula de Abbott (1925):

$$\% \text{ Mortalidad} = \frac{(LVt - LVT)}{LVt} (100)$$

Donde:

LVt = larvas vivas en el testigo

LVT = larvas vivas en el tratamiento

Una vez realizados los bioensayos y calculados los datos de mortalidad, se analizaron mediante el método de análisis probit de máxima verosimilitud propuesto por Finney (1971) (citado por Lagunes y Vázquez 1994), utilizando el programa de computadora de SPSS Versión 10.0, con el cual se obtuvieron los siguientes parámetros:

- Ecuaciones de predicción.
- Dosis del 1 al 99% de mortalidad y sus límites fiduciales al 95% de confiabilidad para cada uno de los bioinsecticidas.
- DL₅₀ para cada uno de los bioinsecticidas.
- Pruebas de chi cuadrado (χ²).
- Coefficientes de determinación.

Una vez analizada la información estadística, se procedió a representar gráficamente —en escala logarítmica y valores probit— las líneas de respuesta dosis-mortalidad correspondientes a cada uno de los tratamientos en cuestión, lo que permitió inferir sobre el estado de susceptibilidad de la población.

Resultados y discusión

Los tratamientos a base de extracto de ajo, cebolla y nim no mostraron un efecto de control en ninguna de las dosis evaluadas para larvas de *C. comata*, y tampoco se encontraron síntomas de intoxicación (Cuadro 2).

Para el caso del hongo entomopatógeno *Metarhizium anisopliae*, se obtuvo la DL₅₀ con aproximadamente 2,1x10¹¹ conidias por larva (Cuadro 2). Estos resultados coinciden con los trabajos realizados por Shanon *et al.* (1993) e Hidalgo (2001), donde se corrieron pruebas similares para el control de *Phyllophaga*, obteniendo una respuesta favorable. Cabe señalar que, en este caso, por requerirse una dosis sumamente alta de conidios por larva, se observa poca susceptibilidad de *C. comata* a la cepa de *M. anisopliae* que se está evaluando.

La población de *C. comata* fue muy sensible al efecto de los nematodos entomopatógenos, ya que para *S. carpocapsea* la DL₅₀ fue de 209 nematodos en instares juveniles por larva (Cuadro 2), y para el caso de *H. bacteriophora* se observa que la población de larvas de *C. comata* fue más sensible aún a este nematodo, ya que la DL₅₀ se alcanzó con 42 nematodos por larva. Estos datos coinciden con los obtenidos por Cheng *et al.* (1998) y Mahr (1999), quienes evaluaron los nematodos *H. bacteriophora* y *S. carpocapsea* para el control de *Heliothis* sp. y encontraron resultados muy parecidos, ya que mataron el 50% de los individuos con 240 larvas juveniles de *S. carpocapsae* y 48 nematodos juveniles de *H. bacteriophora*.

En este caso, se podría afirmar que el hecho de evaluar la susceptibilidad de diferentes agentes de control biológico permitirá encontrar opciones menos dañinas al medio ambiente.

Literatura citada

- Abbott, WS. 1925. A method for computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology* 18:265-267.
- Alavez, JF. 1988. Aplicación de insecticidas al suelo contra plagas rizófagas en el estado de Jalisco. *In* Mesa Redonda sobre Plagas del Suelo (3, Morelia, Michoacán, MX). Memoria. Sociedad Mexicana de Entomología. Michoacán, MX. p. 238-240.
- Cheng, CC; Tang, LC; Hou, RF. 1998. Efficacy of the entomopathogenic nematode, *Steinernema carpocapsae* (Rabbitidae: Steinernematidae), against the Asian Corn Borer, *Ostrinia furnacalis* (Lepidoptera: Pyralidae). *Chinese Journal of Entomology* 18:51-60.
- FAO. 1979. Recommended Methods for the Detection and Measurement of Resistance of Agricultural Pests to Pesticides. *FAO Plant Protection Bulletin* 27:29-32.
- Félix, E. 1990. Plagas rizófagas de cultivos básicos de Jalisco. México, Dirección General de Sanidad Vegetal, SARH, Delegación Jalisco. Boletín Técnico. p. 2-3.
- Hidalgo, E. 2001. Uso de microorganismos para el control de *Phyllophaga* spp. *Manejo Integrado de Plagas* 60(2)4-16.
- INEGI. 2000. Cartas topográficas y climatológicas e hidrológicas de San Martín Hidalgo. México, Comisión de Estudios del Territorio Nacional. Esc. 1:50 000. No. F D74.
- Lagunes, TA; Vázquez, N. 1994. El bioensayo en el manejo de insecticidas y acaricidas. México, Colegio de Postgraduados. 159 p.
- Mahr, S. 1999. Special Entomopathogenic Nematode Issue. *In* Midwest Biological Control News on line. Estados Unidos, University of Wisconsin. v. 4, no. 11.
- Morón, MA. 1990. Los escarabajos y las plantas cultivadas. *Revista de Información Científica y Tecnológica* 164(12):48-53 p.
- _____. 2001. Larvas de escarabajos del suelo en México (Coleoptera: Melolonthidae). *Acta Zoológica Mexicana* 85:45-67.
- Pérez, JF. 1987. Manejo de malezas como huéspedes alternantes de plagas de la raíz en maíz en la zona centro de Jalisco. *In* Congreso Nacional de Entomología (22, Monterrey, Nuevo León, MX). Sociedad Mexicana de Entomología. Monterrey, MX. p. 57-60.
- PLM. 1999. Diccionario de especialidades agroquímicas. 9 ed. Distrito Federal, MX, Ediciones Thomson PLM. 1050 p.
- PLM. 2002. Diccionario de especialidades agroquímicas. 12 ed. Distrito Federal, MX, Ediciones Thomson PLM. 1150 p.
- Posos, PP; Corrales, RJ; Rodríguez GE. 1995. Laboratory Bioassay in corn. *In* Arthropods Management Tests. *Entomological Society of America* (20)329-330.
- SARH. 1992. Guía Fitosanitaria para el cultivo del maíz. Distrito Federal, MX, Ed. Colegio de Ingenieros Agrónomos. 285 p.
- Shanon, PJ; Smith, SM; Hidalgo E. 1993. Evaluación en el laboratorio de aislamientos costarricenses y exóticos de *Metarrizhum* spp. y *Bauveria* spp. contra larvas de *Phyllophaga* spp. (Coleoptera: Scarabaeidae). *In* Diversidad y Manejo de Plagas Subterráneas. Veracruz, MX, Sociedad Mexicana de Entomología. p. 203-215.
- SPSS. 2001. Statistical Package for the Social Sciences. Version 10.0.

AndinoNET: Una iniciativa regional de apoyo a la taxonomía de insectos¹

José A. Clavijo A.²

Los estudios taxonómicos de los diferentes componentes de la biodiversidad se han visto afectados por la franca disminución, experimentada en los últimos 20 años, en el número de investigadores dedicados a estas actividades. Esta situación se evidencia mundialmente, tanto en países en vías de desarrollo como en los desarrollados, y de la cual no escapan los ubicados en la Región Andina. Una de las razones que han contribuido a la escasez de taxónomos ha sido la competencia por recursos para la investigación por parte de otras áreas de la ciencia, situación que se ha vivido y se vive en muchas partes de mundo, llegando a ocasionar el cierre de líneas completas de investigación, ya que los administradores simplemente no ven a la taxonomía como algo esencial dentro de sus instituciones. Parte de esta situación puede ser atribuida directamente a los taxónomos, quienes no hemos sido buenos “vendedores” de la importancia de nuestro trabajo, y a que muchas veces nos falta incluir dentro de este, además de la producción científica, la realización de “productos taxonómicos” para el uso práctico de sectores de nuestra sociedad no dedicados a la investigación, los cuales, a través del pago de sus impuestos, financian nuestro trabajo.

La carencia de taxónomos ha traído como consecuencia la incapacidad de identificar los componentes de nuestra biodiversidad, lo que sin duda alguna dificulta su utilización sostenible, ya que difícilmente se puede hacer un uso adecuado de algo que no se conoce. Adicionalmente, el desconocimiento taxonómico puede aumentar significativamente la posibilidad de cometer serios errores cuando se trata de controlar una plaga o vector de enfermedades.

La reducción en el número de taxónomos y el escaso apoyo económico brindado a las instituciones que se dedican a estas actividades han traído, entre otras consecuencias: 1) la necesidad de buscar en ins-

tituciones extranjeras y a costos muy elevados (de hasta 100 US\$/ejemplar) la identificación de nuestro material; 2) lentitud en el proceso para obtener la identificación, por el excesivo trabajo que presentan la mayoría de las instituciones dedicadas a este tipo de labores; 3) inexactitud en la identificación, debido a la presión a la que están sometidos los taxónomos y a la carencia, en muchos casos, de especialistas de los grupos sujeto de la consulta, y 4) algunas instituciones internacionales tienen una marcada discriminación hacia algunas regiones o países, debido a sus políticas internas o intereses particulares.

BioNET-INTERNATIONAL, la Red Mundial para la Taxonomía (<http://www.bionet-intl.org>), fue establecida en 1993 con el mandato específico de facilitar el establecimiento de Redes de Cooperación Técnica (TCN, por sus siglas en inglés) Subregionales (figura definida por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo) para ayudar a la creación de capacidades con el fin de superar el impedimento taxonómico y, hasta ahora, ha creado una red internacional compuesta por más de 1000 instituciones taxonómicas en más de 120 países, facilitada por una Secretaría Técnica que opera en el Reino Unido. Mediante sus TCN —conocidas como LOOP (siglas en inglés de Asociaciones Organizadas y Operadas en forma Local)—, BioNET-INTERNATIONAL entrega un modelo probado para reunir, compartir y optimizar los recursos taxonómicos existentes de manera recíproca entre los países, y para maximizar la transferencia de la información, expertos y nuevas tecnologías en el área taxonómica desde los centros expertos en el mundo desarrollado hacia las instituciones relevantes dentro de las LOOP.

El programa de trabajo de la Iniciativa Mundial sobre Taxonomía (GTI por sus siglas en inglés) del Convenio de Diversidad Biológica (CDB) identifica

¹ Conferencia presentada en el Congreso de la Sociedad Colombiana de Entomología (SOCOLEN).

² AndinoNET y Museo del Instituto de Zoología Agrícola Francisco Fernández Yépez (MIZA), Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela. Maracay, Aragua, Venezuela. clmiche@telcel.net.ve, www.miza-fpolar.info.ve

de manera específica las redes regionales de BioNET-INTERNATIONAL como las estructuras y mecanismos apropiados para crear la capacidad taxonómica requerida en la región, en apoyo a las obligaciones nacionales del Convenio de Diversidad Biológica. Por lo tanto, el establecimiento de una LOOP subregional de los países de la Comunidad Andina sería un paso significativo hacia el mayor desarrollo de las capacidades de los países miembros de la LOOP para satisfacer las decisiones relevantes para la GTI y cumplir sus obligaciones bajo la CDB y los acuerdos e iniciativas internacionales relacionadas. La coordinación de cada red recae en una institución que haya sido seleccionada como tal por la mayoría de los miembros que la constituyen, y debe tener el consentimiento del país de adscripción de dicha institución.

BioNET-INTERNATIONAL tiene una Secretaría Técnica encargada de facilitar el establecimiento de estas redes subregionales y, para ello, contribuye con unos fondos semilla de aproximadamente US\$ 130000 para un período de dos años, con el fin de financiar la realización de propuestas para proyectos de diversa índole, costos de comunicación, reuniones, etc., que tiendan al establecimiento de la red o LOOP y su autosostenibilidad. Después de ese período, las redes dependerán exclusivamente del apoyo gubernamental de cada país y de aquellos posibles donantes que puedan ser conseguidos. Las actividades que generalmente desarrollan estas redes pertenecen a las siguientes cinco categorías:

- 1) Entrenamiento
- 2) Rehabilitación y financiamiento de colecciones biológicas y bibliotecas
- 3) Información y comunicaciones
- 4) Introducción y aplicación de nuevas tecnologías
- 5) Funcionamiento sostenible de la Red

La biodiversidad de los países de la Comunidad Andina, la necesidad de desarrollar capacidades taxonómicas y la creación de AndinoNET

La región Andina tiene abundantes recursos naturales y una rica biodiversidad, que concentra el 25% del planeta. Los cinco países que la conforman están listados entre los 11 primeros países mega-diversos, y son firmantes de la Declaración de Cancún entre los países mega-diversos, la cual propone una cooperación sur-sur mucho más vigorosa en relación con el vasto potencial de la biodiversidad, dando prioridad al acce-

so a los recursos genéticos, la distribución de beneficios, el conocimiento tradicional y el desarrollo de la biotecnología, todos dependientes de una adecuada capacidad taxonómica.

Los países de la Comunidad Andina, concientes de su único, rico, pero frágil legado natural, han sido por largo tiempo destacados colaboradores de las iniciativas mundiales de conservación, como evidencia su ratificación del Convenio sobre Diversidad Biológica y de la Agenda 21. Existe una preocupación profunda y compartida a través de la región en cuanto a la sostenibilidad ambiental y, en particular, en temas de servicios taxonómicos sólidos que puedan ayudar a mitigar la destrucción de ambientes naturales, la contaminación por pesticidas derivada de las actividades agrícolas, la contaminación causada por el desarrollo industrial, la identificación, control y erradicación de especies invasoras, como por ejemplo las plagas agrícolas y las provenientes de aguas de lastre de los barcos, así como la irreversible pérdida de recursos genéticos por la persistente destrucción del hábitat.

Tal como ha sido expresado en la Estrategia Regional de Biodiversidad para los Países del Trópico Andino (Decisión 523 CAN, agosto de 2002), los países de la región están cada vez más preocupados por la pérdida de la biodiversidad y la degradación de los recursos naturales. Por lo tanto, las capacidades para la valoración, el estudio y la observación sistemática y la evaluación de la biodiversidad deben ser reforzadas tanto en el ámbito nacional como en el regional. Una iniciativa nacional y subregional apoyada por la cooperación internacional es un medio efectivo de ayudar a la protección *in situ* de los ecosistemas y a la conservación *ex situ* de los recursos biológicos y genéticos.

Los países de la Comunidad Andina han reconocido, mediante varias Decisiones de la Conferencia de las Partes del CDB que, entre otros problemas, existe un "impedimento taxonómico" que evita el uso óptimo y la conservación de la biodiversidad en la Comunidad Andina, y entorpece la implementación del CDB. La IV Conferencia de las Partes del CDB, en su Decisión IV/1D, reconoció "la urgente necesidad de disponer de información taxonómica en los países de origen, y la necesidad de los países en desarrollo de establecer colecciones nacionales y crear capacidad humana e institucional en materia de taxonomía".

La cuarta Conferencia de las Partes analizó en detalle el tema de la creación de capacidades taxonómicas y propuso una serie de medidas, incluyendo la

formación de una Iniciativa Mundial sobre Taxonomía (GTI), para resolver el problema. Primero, en la Decisión IV/1D (Sugerencias para la Acción 1), se reconoció la importancia de establecer necesidades precisas para la creación de capacidades. En esta decisión se identificaba la necesidad de los países de llevar a cabo evaluaciones nacionales sobre necesidades taxonómicas y de vincularlas a los informes nacionales para el CDB, y fue reiterada en la VI Conferencia de las Partes en el programa de trabajo de la GTI (Decisión VI/8). Tales evaluaciones de necesidades nacionales y regionales constituirán los primeros pasos para definir las actividades prioritarias de AndinoNET. Tanto las evaluaciones de necesidades como el trabajo de las instituciones participantes en AndinoNET facilitarán la capacidad de los gobiernos de los países miembros de hacer informes nacionales para el CDB.

En las líneas de acción de la Estrategia Regional de Biodiversidad para los Países del Trópico Andino (Decisión 523 CAN, agosto de 2002), se plantea la necesidad de desarrollar y fortalecer el conocimiento de la biodiversidad andina, con el objetivo de generar inventarios de grupos priorizados, bajo el marco de la Iniciativa Taxonómica del CDB, así como la sistematización de la información generada. Una reciente revisión a gran escala del PNUD-GEF de las necesidades de capacidad de los países en desarrollo —la Iniciativa de Desarrollo de Capacidades o IDC (www.gefweb.org/Site_Index/IDC/IDC.html)— ha identificado en cada región, incluyendo Latinoamérica y el Caribe, la necesidad de contar con mayores capacidades taxonómicas para realizar actividades esenciales para el desarrollo sostenible, como lo son el monitoreo y la evaluación de ecosistemas. La IDC reconoce que la taxonomía es una prioridad en cuanto a desarrollo de capacidades, y que algunos países aún carecen de la “masa crítica” de expertos y materiales de referencia taxonómicos que se requieren para una gestión exitosa de la biodiversidad.

En los países desarrollados, la falta de inversión está conduciendo a una disminución en el número de expertos en taxonomía y a instalaciones con una manutención deficiente, reduciendo la capacidad de estos países de proveer la base científica necesaria para la formulación de políticas sobre desarrollo sostenible. Se requiere invertir en la formación de científicos jóvenes en el área de taxonomía y también en la colaboración con otros campos científicos relevantes (incluyendo la bioinformática) para apoyar la distribución

de la experiencia interregional y para mantener los niveles de capacidad científica. El fortalecimiento de la taxonomía de nuestra región va a contribuir a suplir la creciente deficiencia de los países desarrollados.

Otro factor ampliamente reconocido que impulsa la necesidad de una autosuficiencia regional en cuanto a taxonomía es la creciente dificultad que los países en desarrollo experimentan para obtener servicios taxonómicos desde instituciones expertas del mundo desarrollado. El costo es un obstáculo importante: las instituciones del mundo desarrollado ya no están completamente subsidiadas por sus gobiernos y, en consecuencia, cobran por sus servicios taxonómicos a precios que generalmente son demasiado altos para los países en desarrollo. Un obstáculo adicional es la limitada capacidad de las instituciones expertas en los países desarrollados. Los principales centros mundiales de taxonomía se encuentran inundados de solicitudes de identificación provenientes de sus propios programas ambientales nacionales, y de las actividades de biodiversidad internacional en las que sus países participan; en consecuencia, los países en desarrollo no solo adolecen de una gran carencia en sus propias capacidades taxonómicas para apoyar sus programas de desarrollo, sino también de oportunidades de obtener tales servicios en algún otro lugar.

En estas circunstancias, la solución obvia al problema de servicios taxonómicos deficientes en los países en desarrollo es que estos logren la autosuficiencia y la independencia en este campo de la manera más rápida y barata posible. Es mucho más factible un enfoque mediante el cual los recursos de un país son compartidos por un grupo de naciones que trabajan en red. Un mecanismo de probada efectividad para un enfoque de colaboración regional existe en la forma de las TCN.

Los países del CDB también han reconocido el importante papel desempeñado por las redes subregionales, como AndinoNET, en la creación de capacidades al refrendar (mediante la Decisión COP III/10) la recomendación II/2 de la II SBSTTA respecto de creación de capacidades: “deberían establecerse o fortalecerse instituciones nacionales y regionales y redes subregionales y potenciarse los vínculos con las instituciones taxonómicas de los países desarrollados y en desarrollo”. En la decisión VI/8 de la VI COP, las Partes consideraron “el desarrollo de capacidad a los niveles nacional y regional como una fuerza impulsora para la aplicación del programa de trabajo propuesto [de la Iniciativa

Mundial sobre Taxonomía]”, y pedía de todas las Partes y gobiernos que “inicien la creación de redes nacionales y regionales para prestar asistencia a las Partes respecto de sus necesidades en materia de taxonomía para la aplicación del Convenio sobre la Diversidad Biológica”. Por lo tanto, la estructura propuesta y los programas de trabajo de AndinoNET están diseñados para prestar asistencia a los países de la subregión en la creación de la capacidad taxonómica necesaria para el desarrollo, incluyendo la implementación de las Decisiones de las Conferencias de las Partes.

Las LOOP de BioNET-INTERNATIONAL intentan no solo trabajar estrechamente con las iniciativas mundiales y subregionales relevantes, sino también proveer de un punto central subregional y puntos focales centrales nacionales por medio de los cuales todas esas actividades operen. AndinoNET se esforzará para trabajar con y entregar apoyo taxonómico a iniciativas y programas mundialmente reconocidos, como el Programa Mundial sobre Especies Invasoras (GISP por sus siglas en inglés), la Iniciativa Internacional de Polinizadores (IPI por sus siglas en inglés), la Evaluación de Ecosistemas del Milenio (MA), la Oficina de Información sobre la Biodiversidad Mundial (GBIF por sus siglas en inglés) y el Mecanismo de Intercambio de Información del CDB (CHM por sus siglas en inglés), y otros. De manera subregional, AndinoNET buscará construir relaciones de apoyo para evitar la duplicación de esfuerzos de diversas iniciativas, incluyendo, por ejemplo, a TROPICOS, UICN, IABIN, BioMap, Ecoport y FishBase.

La Estrategia Regional de Biodiversidad para los Países del Trópico Andino (Decisión 523 CAN, agosto de 2002) identifica la cooperación técnica e institucional como herramientas fundamentales que provean el sustento para la implementación exitosa de la estrategia. La cooperación técnica se cita como la impulsora en la implementación de procesos regionales prioritarios. Más aún, la Estrategia establece que “dado que la región andina se caracteriza por su heterogeneidad y distintos niveles de avance y desarrollo, es necesario que las diferentes organizaciones cooperen e intercambien experiencias y capacidades para fortalecer debilidades y cubrir vacíos en la aplicación de la ERB y de su Plan de Acción” en particular, se reconoce el valor de herramientas tales como las Agencias de Cooperación Temática, redes de especialistas —incluyendo “Iniciativas en Taxonomía”— y redes académicas. Un buen ejemplo de una aplicación práctica de esta área es el punto 9.1 de la Estrategia Regional, que

establece que “Para desarrollar cualquier estrategia conducente al control o seguridad en el manejo de especies exóticas, es necesario primero adquirir un conocimiento sobre estas especies en toda su magnitud. Es por eso la importancia de hacer inventarios que contemplen su taxonomía, biología, distribución, usos actuales y potenciales, daños que ocasionan (actuales y potenciales) y toda información que pueda ser relevante”. Como tal, la LOOP de AndinoNET está hecha a la medida para satisfacer las necesidades taxonómicas específicas de sus países miembros, así como para abordar las prioridades de desarrollo subregional.

El Taller de Formulación AndinoNET se realizó en Maracay, Venezuela, entre el 14 y el 18 de octubre de 2002. Los organizadores del Taller fueron el Museo del Instituto de Zoología Agrícola Francisco Fernández Yépez (MIZA), y la Secretaría Técnica de BioNET-INTERNATIONAL. Al Taller asistieron 25 participantes, con representantes de cada uno de los países miembros potenciales de AndinoNET, es decir: Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela; dos expertos vinculados con la Secretaría Técnica de BioNET-INTERNATIONAL, Reino Unido; un funcionario del Programa de la Iniciativa Mundial sobre Taxonomía (GTI) de la Secretaría del Convenio sobre Diversidad Biológica de Montreal, y representantes de Cuba, Conservation International, BioMap, INBio, IABIN y GISP. Los costos del taller fueron financiados con fondos de la Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (SDC) y la Universidad Central de Venezuela.

Los objetivos generales del Taller fueron:

- (1) Formular una propuesta detallada para el establecimiento de una Red de Cooperación Técnica (TCN) y la creación de capacidades taxonómicas en la Comunidad Andina, con atención particular a satisfacer las necesidades de la región, señaladas por la Estrategia Regional Andina sobre Biodiversidad, aprobada por la Comunidad Andina de Naciones en julio de 2002.
- (2) Debatir y alcanzar consensos respecto a las estructuras TCN para fortalecer la creación de capacidades, la colaboración y el trabajo en redes entre países miembros y sus instituciones relevantes.
- (3) Desarrollar un plan estratégico para la creación de capacidades taxonómicas regionales con el fin de satisfacer las necesidades de los programas nacionales de desarrollo sostenible y la Estrategia de

Biodiversidad y Planes de Acción nacionales y regionales, incluyendo:

- el desarrollo de una visión conjunta para reunir, compartir y optimizar expertos, la información, los registros, las colecciones, la infraestructura y las tecnologías regionales para elevar el nivel de la capacidad taxonómica de la región;
- la elaboración de programas de trabajo que satisfagan las necesidades identificadas de desarrollo de la capacidad taxonómica regional y nacional, y de planes de gestión de la biodiversidad, incluyendo el apoyo necesario para la implementación de los convenios ambientales internacionales, como el CDB, la Convención Internacional de Protección Fitosanitaria (IPPC) y otras iniciativas, como el GISP.

Los representantes nacionales de cada uno de los cinco países que postulan a formar parte de AndinoNET presentaron informes nacionales sobre el estado actual de los recursos taxonómicos en cada país, disponibles en <http://www.bionet-intl.org/andinonet/>.

Los asistentes al Taller recomendaron en forma unánime el establecimiento de la Red de Cooperación Técnica para la Región Andina, que será conocida como AndinoNET, la LOOP de BioNET-INTERNATIONAL para la Comunidad Andina. Los participantes del Taller recomendaron también al Museo del Instituto de Zoología Agrícola Francisco Fernández Yépez para ser el Instituto Coordinador de la Red (NECI). Cada país miembro también estuvo de acuerdo en presentar su nominación para un Instituto Nacional de Coordinación (NACI) y en entregar una lista de las Instituciones Nacionales (NI) que habían acordado participar en la red durante las consultas nacionales previas o posteriores al Taller de Formulación.

Los objetivos, programas de trabajo, membresía, estructura, gestión y coordinación de AndinoNET y los mandatos del Comité Coordinador de la LOOP, NECI, NACI y los NI fueron identificados, analizados, y descritos. La red funcionará como una LOOP de BioNET-INTERNATIONAL, donde todas las decisiones acerca de prioridades, actividades y operaciones son tomadas por los representantes de los países miembros que componen el Comité de Coordinación de la LOOP, el nivel ejecutivo de la red.

Se redactaron estos cinco Programas de Trabajo para abordar las necesidades prioritarias de cada país y la Comunidad Andina en su conjunto:

- a) Servicios de Información y Comunicación
- b) Desarrollo de Recursos Humanos (capacitación)
- c) Conservaduría, Mantenimiento y Fortalecimiento de Colecciones
- d) Desarrollo y Aplicación de Tecnologías y Herramientas Apropriadas
- e) Establecimiento y Sostenibilidad del NECI y la LOOP

Prioridades de los países de la comunidad andina

El Taller de Formulación de la LOOP de AndinoNET identificó diez necesidades prioritarias que deben abordarse antes de que la región pueda considerarse razonablemente independiente en materia de taxonomía. Esta evaluación inicial de las necesidades prioritarias es consistente con la falta de capacidad que se reconoce como parte del “impedimento taxonómico” para la implementación del CDB. Una identificación más profunda de las medidas detalladas y específicas que conducirán hacia el desarrollo más redituable de la autosuficiencia taxonómica en la región requiere una minuciosa evaluación de necesidades, tanto en la escala nacional como en la regional (como se explica en la Decisión COP IV/1D, Decisión COP V/9 y Decisión COP VI/8). Dicha evaluación identificaría las necesidades específicas de los usuarios y permitiría elaborar las prioridades nacionales de infraestructura, recursos humanos y nuevas tecnologías en materia de taxonomía. A escala regional, tales evaluaciones permitirán la identificación de opciones para lograr economías de escala mediante la reunión, optimización y distribución de los recursos, una meta que puede ser facilitada de manera más efectiva mediante el una TCN como AndinoNET.

De relevancia para los países de la Comunidad Andina es la decisión COP V/23: “Examen de opciones para la conservación y la utilización sostenible de la diversidad biológica en los ecosistemas de zonas secas, mediterráneas, áridas, semiáridas, de pastizales y de sabanas”. En esta, las Partes establecen un programa de trabajo sobre tales ecosistemas, teniendo en cuenta los estrechos lazos entre pobreza y pérdida de diversidad biológica. En el párrafo 3 de la decisión, se exhorta a las Partes, países y organizaciones internacionales y regionales, grupos importantes y otros órganos competentes a “que lo apliquen, apoyen científica, técnica y financieramente sus actividades [del programa de trabajo] a nivel nacional y regional y fomenten la cooperación entre países situados en regiones y su-

bregiones que compartan biomas similares". Las extensas regiones de sabana, desierto y arbustos xerófitos en los países de la región se beneficiarían de un enfoque cooperativo multinacional. En la Decisión VI/4 de la VI Conferencia de las Partes sobre tierras áridas y sub-húmedas, la COP recomendó a las partes que "aumenten las sinergias respecto de la aplicación de éste y otros programas de trabajo temáticos del Convenio".

Dentro del Programa de Trabajo de diversidad biológica marina y costera establecido en la Decisión COP IV/5, se afirma como parte del Objetivo Operacional 6.2 que "debería prestarse especial atención a las perspectivas regionales y al establecimiento de centros regionales de conocimientos de taxonomía, así como a las actividades en la esfera de la taxonomía de otros programas, organismos e instituciones intergubernamentales pertinentes". La Decisión COP III/10 reconoció la necesidad de indicadores para ecosistemas marinos y costeros, notando en particular los sistemas de manglares, los cuales también son señalados en el programa de trabajo de GTI. Este programa de trabajo establece en este contexto que "los datos taxonómicos también asistirán en la selección de sitios para establecer áreas protegidas y para la valoración de recursos".

La biodiversidad de la montaña es claramente un tema de importancia para la región. Esta área temática del CDB se desarrollará mediante una decisión de la VII Conferencia de las Partes. La GTI debe, como parte de su mandato, apoyar sus programas de trabajo en todas las áreas temáticas, incluyendo la diversidad de la montaña. En el programa de trabajo de la GTI, la actividad planeada número 13 sobre diversidad biológica de la montaña hace notar que el mecanismo coordinador de la GTI podría desempeñar un papel importante para definir de manera proactiva las necesidades taxonómicas relacionadas con esta actividad (Decisión COP VI/8). Además, se ha acordado un formato para un informe temático sobre ecosistemas montañosos en la VI Conferencia de las Partes (Decisión VI/25), para prestar asistencia en la evaluación del estado de la implementación en la VII Conferencia de las Partes. En este se incluye la pregunta: "¿Ha identificado su país las necesidades taxonómicas para la conservación y utilización sostenible de la diversidad biológica de ecosistemas de montañas?".

De acuerdo con la Estrategia Regional de Biodiversidad para los Países del Trópico Andino (Decisión

523 CAN, agosto de 2002), el manejo, monitoreo y evaluación de áreas protegidas son de considerable importancia dentro de la Comunidad Andina. El manejo de áreas protegidas continúa siendo el instrumento más ampliamente utilizado para la conservación de ecosistemas y especies (sección 2.1.3). La CDB considerará las áreas protegidas en las reuniones futuras del SBSTTA y COP en 2003 y 2004 respectivamente. El programa de trabajo de GTI especifica que esta actividad será desarrollada a continuación de estas reuniones.

Necesidades regionales prioritarias

1. Integración de la taxonomía con otros sectores y redes para el desarrollo sostenible

La taxonomía y los taxónomos deben ser el primer recurso para la solución de los problemas que surgen en los procesos investigativos y deben contribuir con su conocimiento básico a la adopción de medidas de tipo práctico. El aporte de los taxónomos es de vital importancia para la implementación nacional del CDB (Decisión COP III/10; Decisión COP IV/1D; Decisión COP V/9; Decisión COP VI/8), de otras convenciones relacionadas (como la IPPC), de iniciativas internacionales como la GISP, GBIF, PGRFA, MA y de la Estrategia Regional de Biodiversidad para los Países del Trópico Andino (Decisión 523 CAN, agosto de 2002). Este aporte es requerido de igual manera para la implementación de estrategias de desarrollo regional y nacional y de la Iniciativa de Desarrollo de Capacidades del PNUD-GEF.

Los taxónomos deben tener más información acerca de este tipo de iniciativas y, donde sea apropiado, participar en ellas, y los programas de desarrollo nacional y de gestión de la biodiversidad deben comunicar de manera más efectiva sus necesidades en cuanto a herramientas y servicios taxonómicos a las instituciones taxonómicas. Se deben fortalecer los vínculos entre la comunidad taxonómica y los puntos focales nacionales para el CDB, así como con otras iniciativas similares.

2. Accesos y oportunidades para el financiamiento

Como se ha reconocido a escala mundial, las herramientas taxonómicas necesarias para lograr un desarrollo sostenible solo pueden ser creadas si existe suficiente financiamiento para mantener recursos humanos calificados y colecciones biológicas. Por lo tanto, la taxonomía tiene la urgente necesidad de un

financiamiento mayor y sostenido en el largo plazo, proveniente de diversas fuentes, incluyendo los gobiernos, las organizaciones internacionales y ONG, con el propósito de apoyar la producción de las herramientas y la formación de taxónomos. Por ejemplo, muchas instituciones y centros de investigación no cuentan con el financiamiento para crear puestos de trabajo y atraer a jóvenes graduados. En los casos en que se cuenta con financiamiento nacional e internacional, en ocasiones existen serios impedimentos para acceder a ellos, incluyendo una falta de claridad y difusión de los mecanismos.

3. Recursos humanos: opciones de capacitación y empleo

La Decisión III/10 de la III Conferencia de las Partes refrenda la recomendación II/2 de la II Reunión de la SBSTTA respecto a la creación de capacidades: "Es necesario proporcionar posibilidades de empleo. Es urgente que las Partes tengan en cuenta esta necesidad y la incorporen en el programa de creación de capacidad". La necesidad de formar un número adecuado de taxónomos, en especial taxónomos jóvenes, es urgente en la Comunidad Andina. Hace falta también desarrollar un programa de capacitación para curadores, técnicos y personal de apoyo en el campo de la taxonomía. El nivel de capacidad es limitado y afecta la posibilidad de realizar las tareas de inventario de biodiversidad, como lo exige el CDB (Decisión COP III/10). Abordar el tema de la carencia de destrezas requiere, por ejemplo, del fortalecimiento del currículo de taxonomía en las universidades, la retención de los puestos de taxonomía y el establecimiento de un mecanismo de incentivos para atraer a los estudiantes a la profesión de taxónomo. En general, y en lo que constituye un hecho muy común a escala mundial, la mayor deficiencia de conocimientos se centra en los organismos inferiores, como insectos, hongos, y microbios del suelo, las especies fundamentales que impulsan los procesos del ecosistema, como la rotación de los nutrientes del suelo y la polinización, y que constituyen las principales causas de pérdidas agrícolas. La posibilidad de desarrollar programas regionales con la participación de todos los países andinos y sus vecinos para la obtención de maestrías y doctorados en la taxonomía de varios grupos de organismos podría constituir una opción interesante. Por ejemplo, se podría crear un Postgrado Regional de Entomología, con una sede rotativa y con la participación de los países andinos y la colaboración de países amigos, los cuales re-

forzarían el personal necesario en áreas en donde no se tenga experiencia en la región.

Adicionalmente, las instalaciones donde se alojan las colecciones requieren de profesionales para administrar y mantener las colecciones biológicas esenciales y otros materiales de referencia. Es también prioritario impartir un programa de capacitación sobre identificación de organismos de importancia para el trabajo que realizan los funcionarios en las aduanas y estaciones cuarentenarias.

4. Consolidación de las instalaciones que alojan las colecciones

La CDB, en su Decisión IV/1D de la IV Conferencia de las Partes, Decisión V/9, 2C de la V Conferencia de las Partes y Decisión VI/8 de la VI Conferencia de las Partes, reconoce como importantes los "Centros Nacionales de Referencia Taxonómica" para asegurar la gestión eficiente y el acceso a colecciones biológicas y a información de la Comunidad Andina. Tales centros de referencia podrían ser museos nacionales u otras instituciones que los países involucrados estimen apropiadas. Por ejemplo, en Venezuela y con el apoyo financiero del Fondo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (FONACIT), perteneciente al Ministerio de Ciencia y Tecnología, se está desarrollando la creación del Centro Nacional de Referencia de Artrópodos (CNRA). Este Centro es una estructura virtual, conformada por las siete instituciones más importantes en cuanto a capacidades taxonómicas en artrópodos, y es coordinada por una de ellas, la cual fue elegida por votación entre sus miembros. Su filosofía se basa en el de trabajo en la Red de Cooperación Técnica, compartiendo las "fortalezas taxonómicas" de cada una de ellas, para así cubrir sus "debilidades" en esa área ante las consultas para identificación que recibe. El uso de tecnologías de punta, basadas en herramientas electrónicas, junto con el uso de la plataforma de la Web, será un componente fundamental de este proyecto. Si el proyecto prueba ser de utilidad, ¿no podríamos intentar desarrollar algo similar en el resto de los países que conforman AndinoNET, y luego tratar de integrarlo en un Centro Andino de Referencia de Artrópodos (CARA)?

La evaluación de las necesidades nacionales y subregionales puede facilitar la identificación del nivel de instalaciones nacionales que cada país necesita. La infraestructura de las colecciones existentes requiere de actualización y ampliación, debido a que la mayoría se mantiene en instalaciones insuficientes para el

almacenamiento en el largo plazo del material biológico y, en la mayoría de los casos, no fue diseñada para ese fin.

5. Mecanismos que promueven la colaboración científica

La taxonomía es una actividad internacional e interdisciplinaria y, como toda actividad científica, depende del acceso a las personas, materiales, datos y publicaciones que se encuentran repartidos entre diferentes instituciones y más allá de las fronteras del país. Por ejemplo, la introducción de especies invasoras foráneas y la transferencia de recursos genéticos son por definición problemas internacionales y multilaterales. En particular, la Comunidad Andina necesita apoyar una mayor cooperación internacional en el intercambio de la información, la capacitación de taxónomos y en estudios sobre la biodiversidad, los ecosistemas y la protección ambiental. La LOOP, no sólo entre los países miembros, sino también mediante su vínculo con el resto de la Red Mundial de BioNET-INTERNATIONAL, resulta un mecanismo muy apropiado para facilitar la colaboración y los vínculos internacionales. Los proyectos internacionales e interdisciplinarios podrían arrojar resultados muy interesantes, de los cuales hay varios ejemplos en Latinoamérica, como el desarrollado por el INBio (Instituto Nacional de Biodiversidad de Costa Rica) con resultados muy positivos. En la mayoría de los casos, existe una mayor posibilidad de aprobación de un proyecto cuando este está constituido de manera interinstitucional y es interdisciplinario. Además, este tipo de proyectos suele aportar más información que aquellos desarrollados con la óptica de una sola institución y disciplina.

6. Fortalecimiento y desarrollo de instalaciones y equipos

La autosuficiencia de la Comunidad Andina requiere también el fortalecimiento y desarrollo de instalaciones y equipos adecuados para investigaciones taxonómicas. Para ello, los gobiernos deberían apoyar el fortalecimiento de las infraestructuras museológicas, herbarios y colecciones, como parte de sus Estrategias Nacionales de Diversidad Biológica. Conseguir el apoyo de organismos internacionales y ONG debería ser parte fundamental de una estrategia que nuestros países implementen, particularmente por la carencia de fondos disponibles para estos fines, por las serias crisis económicas por las que atraviesan algunos de nuestros gobiernos. Asimismo, hace falta convencer a nuestros gobiernos de que existe la ne-

cesidad de invertir en estos aspectos, ya que así habría mayor posibilidad de conseguir recursos adicionales externos, pues los entes internacionales ven que existe preocupación real por parte de los países solicitantes y no una simple petición de fondos para ser invertidos en otras áreas diferentes a las solicitadas, como ocurre en muchas oportunidades.

7. Fortalecimiento de bibliotecas especializadas

Por lo general, las instituciones en la Comunidad Andina no tienen un acceso adecuado a textos de referencia como monografías y publicaciones regionales e internacionales; por esto, es necesaria la actualización, adquisición y acceso a material bibliográfico. La posible interconexión de las bibliotecas especializadas dentro de cada país y entre países podría ser una opción interesante. En momentos de serias crisis económicas como las que vivimos en muchos de nuestros países, resultaría poco lógico que dentro de un mismo país cada biblioteca invierta en la compra o suscripción de una misma y costosa revista u otro tipo de material bibliográfico: sería más lógico que se implementaran los préstamos interbibliotecarios.

Otro aspecto interesante sería el de tratar de colocar en bancos de datos la información bibliográfica contenida en las bibliotecas particulares de nuestros investigadores. Como sabemos, muchos taxónomos invierten grandes sumas de dinero de manera privada para la adquisición de material bibliográfico, y este muchas veces solo se encuentra en dichas bibliotecas. ¿No sería posible que aquellos investigadores dispuestos a colaborar con esta idea integrasen una "Red de Compartidores de Literatura Científica" y lograsen el préstamo condicionado de sus materiales bibliográficos? Este proyecto sería voluntario y con el claro objetivo de que suplamos nuestras deficiencias mutuas de bibliografía. Esta idea se trataría de poner en ejecución como parte del proyecto del Centro Nacional de Referencia de Artrópodos que se adelanta en Venezuela, por lo que sería interesante revisar los alcances logrados.

8. Administración de la información y bases de datos electrónicas

Algunas herramientas electrónicas han sido desarrolladas en una minoría de institutos de la Comunidad Andina, pero se requieren inversiones significativamente mayores para establecer bases de datos que faciliten el acceso a la información apropiada y la pongan a disposición de los usuarios en la Comunidad Andina. La conexión a Internet y el mayor acceso a

los datos de las colecciones acelerarán la creación de capacidades taxonómicas en la Comunidad Andina. Mediante la participación en iniciativas tales como TROPICOS, IABIN, BioMap, Ecoport, FishBase y la GBIF, se facilitará el intercambio de datos con la comunidad mundial taxonómica y de biodiversidad, lo cual ayudará a aumentar la capacidad de las instituciones taxonómicas en la Comunidad Andina. Nuevamente, se impone la necesidad de trabajar en redes, cuyo requisito *sine qua non* es la reciprocidad. Hay que ofrecer nuestra información para que otros den la suya. Un proyecto que se podría implementar sería el de recabar toda la información sobre un determinado grupo o grupos de interés taxonómico o agrícola, como por ejemplo los Crambidae (Lepidoptera) de la Región Andina, o "Plagas de los Principales Cultivos de la Región Andina", por nombrar dos posibles tópicos. En la Región Andina ya existe alguna experiencia en el desarrollo de este tipo de "productos de información o conocimiento".

9. Mecanismos para facilitar el intercambio de ejemplares e información

En todos los países de la Comunidad Andina, una proporción de los especímenes obtenidos dentro de las fronteras nacionales se encuentra en institutos ubicados en otros lugares, tanto dentro de la misma región como en otras latitudes. La falta de estos especímenes de referencia o la información asociada a ellos representa un obstáculo significativo para un trabajo taxonómico efectivo dentro de la Comunidad Andina. La formalización de acuerdos para facilitar el préstamo e intercambio de especímenes y el acceso a la información entre los países ayudará a superar esta barrera y permitirá la repatriación de la información asociada (Decisión COP III/10). Además, es probable que el trabajo de AndinoNET involucre el traslado de especímenes a través de fronteras nacionales. Los acuerdos entre países serán de ayuda en este proceso, tomando en cuenta las directrices sobre "Acceso y distribución de beneficios" en la Decisión VI/24 de la VI Conferencia de las Partes, y considerando en particular el párrafo 11(1) de las Directrices de Bonn: "*No debería impedirse la investigación taxonómica, según lo especificado en la Iniciativa Mundial sobre Taxonomía, y los proveedores deberían facilitar la adquisición de materiales para uso sistemático y los usuarios deberían ofrecer toda la información asociada a los especímenes así obtenidos*". El párrafo 16(b) de las directrices menciona que "*Deberían establecerse términos y*

condiciones especiales mutuamente convenidos con miras a facilitar la investigación taxonómica para fines no comerciales", y el párrafo 34 "*El consentimiento fundamentado previo debería basarse en los usos concretos para los que se concede. Aunque puede concederse inicialmente el consentimiento fundamentado previo para usos concretos, cualquier cambio de utilización, incluida su transferencia a terceras partes, puede requerir una nueva solicitud de consentimiento fundamentado previo. Deberían estipularse claramente los usos permitidos y debería requerirse un ulterior consentimiento fundamentado previo para cambios o usos imprevistos. Deberían tomarse en consideración las necesidades específicas de investigación taxonómica y sistemática, según lo especificado por la Iniciativa Mundial sobre Taxonomía.*"

Hay que hacer un fuerte trabajo con los organismos que a nivel nacional implementan las políticas sobre las regulaciones que controlan el movimiento de material científico, ya que a veces existe una burocracia que retarda mucho la ejecución de proyectos y, en algunos casos, ha sido culpable de que proyectos internacionales no pudiesen ser realizados. Muchos funcionarios que tienen el deber de velar por la conservación de nuestros recursos naturales ven a los investigadores no como aliados, sino como "malhechores" a los que hay que perseguir y dificultar su trabajo, por lo que hay que hacer una fuerte campaña educativa para cambiar este comportamiento.

10. Divulgación de la información taxonómica

Muchos trabajos taxonómicos generan productos científicos derivados del conocimiento sobre la diversidad biológica en la Comunidad Andina, pero no son difundidos adecuadamente. Es necesario dar a conocer esos resultados para ampliar el espectro del conocimiento (por ejemplo mediante catálogos, claves pictóricas, listas anotadas y manuales de especies cuarentenarias) y facilitar su aplicación en diferentes actividades, tanto agrícolas, de salud pública y animal, como de conservación y desarrollo sostenible de los recursos biológicos. Las instituciones y los especialistas aprovechan la LOOP para la difusión amplia y la multiplicación de los conocimientos, particularmente en cuanto a datos referidos a especies comunes en la región y su estado de conservación (Artículo 17(2) y COP IV/1D anexo párrafo 6 COP III/10 apéndice 2 párrafo 8 y 10(d)).

Buena parte de esta información podría divulgarse electrónicamente (discos compactos, disquetes, In-

ternet), lo que abarataría los costos de publicación. Colocar esa información de manera gratuita o a costos muy bajos debe ser una política, teniendo siempre presente que mucha de la información necesaria para su producción fue obtenida usando fondos públicos, de allí que los contribuyentes tengan derecho a recibirla de manera gratuita. ¿Qué sentido tendría lograr este tipo de productos de información y luego ponerlos a la venta a precios inaccesibles para la gran mayoría de usuarios?

Fortalezas de la Comunidad Andina en taxonomía

En la Comunidad Andina existe un buen número de instituciones que conservan valiosas colecciones biológicas, entre las cuales sobresalen las de Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela, que suman varios millones de ejemplares bien conservados. Una característica común a muchas de estas colecciones es que están asociadas principalmente a instituciones de educación superior, situación que aporta continuidad para su mantenimiento, ya que los taxónomos que trabajan en ellas forman parte del personal docente. Por las mismas condiciones de estas instituciones de educación superior, muchos de sus académicos requieren una

formación de cuarto nivel para poder trabajar en ellas, lo que ha llevado a que, en la última década, el número de profesionales con nivel de maestría o doctorado se haya incrementado notablemente en la Región. Si logramos integrar dentro de nuestros países las capacidades de estos centros de educación superior con las instituciones no educacionales, públicas y privadas (estas últimas de gran importancia) que hacen investigación taxonómica y crear el "Sistema Nacional de Colecciones Biológicas", habremos construido una plataforma más adecuada y eficiente para afrontar el estudio de nuestra biodiversidad.

Finalmente, es necesario ver el futuro de la investigación taxonómica en nuestra región de una manera optimista, ya que contamos con una considerable masa crítica, donde una nueva generación de taxónomos, estamos seguros, tomará la responsabilidad de seguir con esta ardua labor, siempre y cuando cuenten con el apoyo tanto gubernamental como privado, para llevar adelante una investigación que es fundamental, sin la cual no podrá haber una utilización sostenible de nuestros inmensos y diversos recursos naturales. Si no conocemos qué tenemos, usarlo será una tarea muy difícil y llena de incertidumbres.

Antecedentes y estrategias para el combate de *Diaprepes abbreviatus*, plaga invasora del Caribe

Stephen L. Lapointe¹

Introducción

El gorgojo *Diaprepes abbreviatus* (L.) fue descrito por Carl Linnaeus como *Curculio abbreviatus* en la décima edición de su *Systema Naturae*, en 1758, basado en especímenes recogidos en el Caribe. Hoy, *D. abbreviatus* se encuentra en Puerto Rico, Santo Domingo, Haití y las Antillas Menores, desde Grenada en el sur hasta las Islas Vírgenes en el norte. Curiosamente, la especie no ha sido encontrada en Trinidad, Tobago o Jamaica. Otros gorgojos relacionados, de los géneros *Exophthalmus* y *Pachnaeus*, son plagas importantes de los cítricos en Jamaica. Se han descrito varias especies de *Diaprepes* a partir de la coloración de los élitros, las cuales han sido clasificadas como sinónimos con *D. abbreviatus* (O'Brien y Wibmer 1982). Una especie cuestionada, *Diaprepes rohrii*, se reporta solamente en St. Croix, Islas Vírgenes, mientras que *D. abbreviatus* está al parecer ausente de esa isla. *D. rohrii* podría ser simplemente otra forma de *D. abbreviatus*. Antes de 1933, se reconoció que varias formas de *Diaprepes* encontradas a lo largo de Hispaniola, Puerto Rico y las Antillas Menores eran más probablemente una sola especie, fundamentalmente similar tanto en su estructura como en su comportamiento (Wolcott 1933a). Puerto Rico es el centro de diversidad de *D. abbreviatus*, y parece ser el lugar de origen más probable de la especie, debido al alto grado de diversidad fenotípica presente en esa isla.

El reverendo N. B. Watson describió el ciclo biológico básico de *D. abbreviatus* en Barbados (Watson 1903), por lo que es posible ubicar la plaga en esta isla desde la segunda mitad del s. XIX. Previo a 1901, el insecto era considerado una plaga de menor importancia. A pesar de que la caña de azúcar se había cultivado en el Caribe y Puerto Rico por cerca de 500 años, la plaga no cobró importancia económica hasta que aumentaron las poblaciones después de

ese año (Watson 1903). Watson atribuyó el aumento en las poblaciones a la introducción de la mangosta (*Herpestes javanicus*) para combatir ratas; aunque la mangosta no logró controlar a sus víctimas previstas, sí fue eficaz como depredador de aves y reptiles que eran depredadores efectivos de insectos como *D. abbreviatus*.

D. abbreviatus era un insecto común en Barbados y fue reconocido como plaga de la caña de azúcar en 1912 (Ballou 1912). En 1921, *D. abbreviatus* ya era considerado como una plaga seria de la caña de azúcar en esa isla y se recomendó la recolección masiva de adultos como método de control (Bourne 1921). En 1900, se informó que altas poblaciones de *D. abbreviatus* estaban atacando guayaba y café (Watson 1903, citando el boletín no. 30, New Series of the U.S. Department of Agriculture, Division of Entomology). En 1915, se informó que se encontraban varios fenotipos del insecto ampliamente distribuidos por la isla de Puerto Rico (Jones 1915), dañando caña de azúcar en la costa sur de la isla. El árbol de jobo (*Spondias lutea*, familia Anacardiaceae) es una especie preferida por los adultos.

Las poblaciones del insecto fueron distinguidas por la variación de colores y patrones de rayas en los élitros (Jones 1915). En las zonas bajas del oeste de Puerto Rico, las poblaciones de *D. abbreviatus* tienen élitros blanquecinos, pero son de color pardusco en las tierras bajas del sureste, incluyendo las islas de Culebra y Vieques. En las montañas centro-occidentales, hay un fenotipo de tamaño mayor, a menudo con élitros amarillos y una línea o raya adicional por élitro. En las montañas del oriente prevalece un fenotipo más pequeño, de color gris o verdoso (Hantula *et al.* 1987). En Barbados, Ballou (1912) describió el gorgojo como verde pálido con rayas oscuras de color bronce.

¹ Research Entomologist. USDA-ARS, U.S. Horticultural Research Lab. 2001 South Rock Road. Ft. Pierce, FL 34945, EUA. slapointe@ushrl.ars.usda.gov

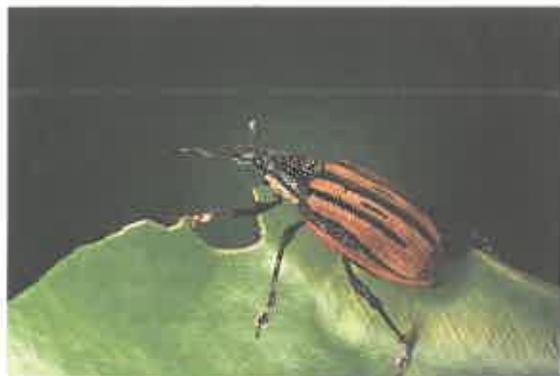


Figura 1. Adulto de *Diaprepes abbreviatus* en el estado de Florida, EUA. Foto cortesía del Departamento de Agricultura de los EUA.



Figura 2. Tres fenotipos de *Diaprepes abbreviatus*: izquierda: Isabela, Puerto Rico (2000); centro: Apopka, Florida, EUA (1968); derecha: Adjuntas, Puerto Rico (2000).

Los adultos de *D. abbreviatus* son mayormente negros, cubiertos por escamas coloreadas que van del blanco ceniciento al naranja y el amarillo brillante. En los élitros, la longitud y el número de rayas desprovistas de escamas varían entre poblaciones. En Santa Lucía y Puerto Rico, hay variación subespecífica en el color y los cantos elitrales ligados por formas intermediarias. La base genética para esta variación en el color de las escamas y el número de las rayas no ha sido determinada, pero podría ofrecer pistas sobre el origen de la introducción en el estado de Florida, EUA.

Hutson (1917) describió la importancia del incremento de *D. abbreviatus* como plaga de caña de azúcar, maíz, lima, algodón, batata, cebolla y maní en el Caribe y sugirió la recolección de adultos y masas de huevos como método de control. En St. Kitts, se recolectaron 40000 adultos en un campo de algodón en abril de 1914. En Antigua, durante la primera parte de 1916, unos 70000 adultos fueron recogidos y destruidos en una sola finca sembrada de lima.

Con base en estos y otros informes, no hay indicación de la posible introducción de *D. abbreviatus* al Caribe ni de rastros del movimiento del insecto de isla a isla. La explicación más lógica del origen de *D. abbreviatus* en el Caribe es que se desarrolló en las islas donde hoy en día se encuentra la población más numerosa de esta plaga. La mayor diversidad del color y patrones elitrales encontrada en Puerto Rico es un argumento a favor de que esta isla sea el centro de origen de la especie. El intercambio genético repetido entre las poblaciones de Puerto Rico en la historia reciente no puede ser excluido. La búsqueda de agentes de control biológico clásico debe, por lo tanto, centrarse en el archipiélago del Caribe.

Daño

En 1987, *D. abbreviatus* fue descrito como la plaga más importante que afecta la agricultura, la horticultura, y la silvicultura en Puerto Rico (Hantula *et al.* 1987). Sin embargo, se han hecho pocos esfuerzos para cuantificar el daño causado por la plaga. Myers (1931) reportó que las poblaciones de *D. abbreviatus* habían aumentado hasta el punto de sobrepasar a *Diatraea sacharallis* como la plaga más seria de la caña de la azúcar en Barbados. Al parecer, el gorgojo — un insecto endémico— no infestó la caña de azúcar durante siglos, a pesar de su cultivo extenso en la isla. Según Watson (1903), el daño en caña de azúcar y batatas no fue observado antes de 1901. Según Ballou (1912), el insecto había llegado a ser abundante antes de 1904, pero no fue considerado una plaga seria hasta 1909, cuando se observó un aumento en el daño. Myers (1931) citó una pérdida aproximada de 8 t/ha de caña en Barbados en 1922.

Tucker (1929) estimaba que la pérdida debida a la depredación larval en la caña de azúcar en Barbados alcanzaba entre 11 y 14 t/ha de caña. Antes de 1939, Tucker promovía un sistema de pagos en efectivo por la recolección y destrucción de los adultos del gorgojo. Tucker (1936) no observó parasitoides de *D. abbreviatus* en Barbados antes del año 1931, y liberó 22000 y 11000 *Tetrastichus haitiensis* (Gahan) (Eulophidae), un endoparasitoide primario del huevo, importado desde Puerto Rico en 1931 y 1932, respectivamente. No se recuperaron parasitoides en Barbados de los traídos de Puerto Rico. *T. haitiensis* había sido introducido a Puerto Rico por G.N. Wolcott, desde Haití, en 1928, pero Tucker observó que no se recuperó ningún parasitoide en campos de caña en Puerto Rico. Así, este autor concluyó que *T.*

haitiensis no puede atacar los huevos de *D. abbreviatus* depositados entre las hojas de la caña de azúcar.

George Wolcott, trabajando en la Universidad de Puerto Rico en Río Piedras, observó que los árboles jóvenes de cítricos en viveros o recién sembrados eran más dañados que los árboles maduros (Wolcott 1936). Wolcott (1936) también estudió la oviposición, describió el ciclo de vida, y observó el alto grado de variabilidad en el período de desarrollo de *D. abbreviatus*. Sugirió que la variabilidad en el desarrollo era una estrategia por parte del gorgojo para evitar los parasitoides que eran estacionalmente abundantes en Puerto Rico, y observó que la parasitación de huevos era alta en la primavera, pero inexistente durante el resto del año. Los huevos de la plaga, sin embargo, se encontraban a lo largo del año (Wolcott 1934). Wolcott (1933b) conjeturaba que las mudas larvales y la pupación son sincronizadas por el contacto repentino con el agua (lluvias) —teoría que no ha sido comprobada—, y describió la preferencia de las hembras por ovipositar entre tiras de papel, tal como lo hacen en el campo entre las hojas Wolcott (1933c). Este comportamiento facilita la recolección de huevos en cría artificial (Lapointe y Shapiro 1999).

Historia del combate de *D. abbreviatus*

Ballou (1912) observó que el monocultivo continuo de caña de azúcar aumenta el daño por *D. abbreviatus*. Durante 1911, se emplearon alumnos de primaria en Barbados para recoger y destruir adultos del gorgojo, y se capturaron unos 30000 adultos en una finca durante un mes. Este autor menciona esfuerzos similares en St. Kitts y Antigua. Bourne (1921) también describió esfuerzos por recolectar adultos en forma masiva; la técnica parece haber sido eficaz cuando se aplicaba sistemáticamente en regiones extensas. Las campañas cooperativas —de una década de duración— para reducir las poblaciones de *Diaprepes* en Barbados fueron consideradas como exitosas porque la isla era pequeña, densamente poblada, y tenía una cantidad mínima de tierra sin cultivar (Tucker 1953). La recolección manual de adultos emergentes, especialmente en campos de caña, fue facilitada por la siembra de plantas hospedantes atractivas, tales como el gandul (*Cajanus cajan*) u otros arbustos o árboles de crecimiento rápido en los bordes de los campos (Wolcott 1933a, 1933d). Se han reportado adultos del gorgojo alimentándose en plantas de gandul, maíz, haba y batata (hospedante preferido). El sapo (*Bufo marinus*) fue importado a Puerto Rico desde Barbados en 1920 y desde Jamaica en 1924 para controlar

larvas de *Phyllophaga* spp. y *Diaprepes*. Se recomendó sembrar *C. cajan* o bananos a lo largo de las zanjas y de los bancos para atraer los adultos que entonces caerían presa de los sapos (Dexter 1932).

Nowell (1912) recomendó descubrir las raíces de la caña después de la cosecha para exponer las larvas, y sugirió mantener cerca gallinas durante la operación. Dicho autor observó que las larvas completamente desarrolladas se dispersan de las plantas de caña en busca de suelo húmedo donde empupar, recorriendo a veces distancias considerables en el suelo. Después de las primeras lluvias de mayo/junio, emergen números mayores de adultos.

La interacción entre alimentación larval y patógenos radiculares fue observada por Nowell (1913), quien informó que la rotación de caña con algodón redujo en gran parte el daño, aunque las larvas sobrevivieron en el suelo con rotación. Este autor sugirió que la reducción de inóculo del fitopatógeno *Marasmius sacchari* disminuyó el daño, debido al complejo de gorgojo y patógeno.

R. G. Fennah fue comisionado para investigar la misteriosa muerte de los árboles de lima en Montserrat y de los cítricos en general en Santa Lucía. Describió varios aspectos de la biología de *D. abbreviatus*, incluyendo su preferencia por alimentarse de hojas jóvenes y ovipositar sobre hojas maduras (Fennah 1940b). Demostró también que la oviposición fue disuadida cuando los tarsos de las hembras fueron cubiertos con varias sustancias que destruyeron el mecanismo de la succión. Sugirió también que la edad de la hoja era detectada por medio de quimiorreceptores antenales. Fennah describió tres métodos de control que, en ese entonces, se consideraban prácticos para su uso en las Antillas Menores: el uso del arseniato de plomo cerca de las raíces, el método de “raíz pelada”, y la siembra de cobertura repelente entre los árboles.

El método de raíz pelada consiste en remover el suelo alrededor de la base de la caña, exponiendo así la parte más susceptible de la planta al aire y evitando la alimentación por las larvas sobre la corona de la misma; de esta manera, se reduce el daño a la parte más susceptible de la planta. Otro método consistía en el cultivo de una cobertura repelente; Fennah sugirió que la leguminosa *Tephrosia candida* era repelente a adultos de *D. abbreviatus* (Fennah 1940a, 1940b, 1942). Sin embargo, no existen reportes en la literatura sobre trabajos con esa planta. Lapointe *et al.* (2003) confirmaron el efecto repelente de *T. candida* sobre adultos de *D. abbreviatus* y descubrieron que las raíces son tóxicas para las larvas.

Se encuentran relativamente pocas referencias sobre el control químico de *Diaprepes* durante 1950 y 1960. El paradiclorobenceno y los insecticidas hidrocarburos de cloro fueron utilizados en Jamaica como barreras a larvas neonatas (no *D. abbreviatus*) con cierto éxito (Dixon 1954). El DDT, el clordano, el fluosilicato de bario, el arseniato de plomo, el aldrín y la dieldrina fueron propuestos como adulticidas (Wolcott 1933a, 1948, Fennah 1942). Es posible que el aldrín y la dieldrina fueran utilizados extensamente para el control del adulto de *D. abbreviatus* por aspersiones foliares y de larvas como insecticidas del suelo durante el período en que esos compuestos estuvieron disponibles (Wolcott 1954). En Puerto Rico, *D. abbreviatus* —que atacaba la palma datilera— fue controlado por aplicaciones foliares de aldrín (Jackson 1963). El ocaso de la era de los insecticidas persistentes coincidió con la introducción de *D. abbreviatus* a los Estados Unidos. Bullock (1971) probó 24 adulticidas e identificó 10 capaces de controlar el adulto de *D. abbreviatus*; sin embargo, debido a la breve eficacia residual de las aspersiones foliares de los insecticidas disponibles actualmente, y del período prolongado de la aparición del adulto en el campo, no hay datos suficientes para establecer la utilidad de los adulticidas.

Desde la introducción de *D. abbreviatus* a la Florida, una apreciación creciente de la severidad del daño causado por la plaga y la dificultad de controlar un insecto subterráneo, de larga vida, en un cultivo de árbol como los cítricos han estimulado la investigación sobre la biología, fisiología, relaciones insecto-planta y métodos para el combate del gorgojo.

Ciclo de vida

Los adultos y larvas de *D. abbreviatus* son polívoros (Simpson *et al.* 1996). Los adultos ovipositan sobre las hojas, utilizando un adhesivo e intercalando una capa de huevos entre dos hojas u otras superficies (Wolcott 1933c). Las larvas neonatas caen al suelo y se alimentan de raíces. El límite inferior de temperatura para el desarrollo del huevo es de 12 °C y el límite superior es de 30 a 32 °C; la duración del desarrollo del huevo es de siete días a 26 °C (Lapointe 2001). El período larval es de 125 días y el período pupal es de 20 días a 26 °C; la longevidad del adulto es de dos a cuatro meses, con una fecundidad de aproximadamente 5000 huevos/hembra (Lapointe 2000). La tasa sexual varía entre 1 y 1,5 machos/hembra.

Control biológico

El concepto de control biológico clásico se basa en la observación de que las poblaciones de plagas insectiles son limitadas en su ámbito nativo por enemigos naturales, los cuales podrían ser utilizados en programas de introducción a áreas invadidas por la plaga. En el caso de *D. abbreviatus*, este método ha sido cuestionado porque el gorgojo no se encuentra bajo control biológico dentro de su supuesto ámbito nativo (islas del Caribe). Sin embargo, tres especies de parasitoides de huevos —*Ceratogramma etiennei* Delvare (Hymenoptera: Trichogrammatidae), *Quadrastichus haitiensis* (Gahan) (Hymenoptera: Eulophidae) y *Aprostocetus vaquitarum* (Wolcott) (Hymenoptera: Eulophidae)— fueron importadas desde el Caribe y liberadas en el estado de la Florida (Hall *et al.* 2001) entre 1997 y 2000. *C. etiennei* no se recuperó después de un año, pero *Q. haitiensis* y *A. vaquitarum* sí se establecieron, principalmente en el sur del estado. Hasta la fecha, no se ha determinado el impacto de estos parasitoides sobre poblaciones del gorgojo en la Florida.

El uso de nematodos entomopatogénicos para el control de *D. abbreviatus* se limita por su elevado costo y poca persistencia en el suelo después de su liberación (Duncan *et al.* 1996). Hay dos productos comerciales disponibles y, según resultados de estudios de corto plazo, pueden ser eficaces si se aplican dos veces al año (Bullock *et al.* 1999).

Resistencia varietal

Se identificaron fuentes de resistencia contra *D. abbreviatus* en especies de árboles del grupo Clauseneae de la subfamilia Aurantioideae (*sensu* Swingle) (Lapointe *et al.* 1999, Shapiro *et al.* 2000; Bowman *et al.* 2001). Desafortunadamente, estos árboles no son sexualmente compatibles con el grupo Citreae, que incluyen a los cítricos. Entre las especies comúnmente utilizadas como patrones, existe un bajo nivel de resistencia en *Poncirus trifoliata*, pero es insuficiente como para justificar un largo proyecto de mejoramiento genético (Lapointe y Bowman 2002). Por lo tanto, se ha intentado identificar otras fuentes de resistencia en plantas que puedan ser utilizadas como cobertura en huertas de cítricos (Lapointe 2003). Por lo menos una especie de leguminosa tiene un alto nivel de resistencia antibiótica gracias a los aleloquímicos presentes en sus raíces (Lapointe *et al.* 2003).

La falta de genes de resistencia accesibles para al mejoramiento tradicional impulsa los esfuerzos hacia la generación de patrones transgénicos. En el laboratorio U.S. Horticultural Research Laboratory se investiga el uso de toxinas de *Bacillus thuringiensis* e inhibidores de proteasas para transformar patrones de cítricos.

Conclusiones

D. abbreviatus representa el caso de una plaga que carece de un nivel eficaz de control natural en el Caribe, su supuesto lugar de evolución. Al parecer, sus características de polífago relativamente libre de parasitoides le permiten aprovechar los agroecosistemas semi-permanentes, los cuales son propicios para el lento desarrollo de sus larvas. Mientras continúa la búsqueda

de enemigos naturales en el Caribe para controlar la plaga en cítricos de Florida, hay pocas probabilidades de encontrar un método satisfactorio de combate basado solamente en el control biológico. Además, desarrollar resistencia varietal en patrones de cítricos contra las larvas tomaría varias décadas, aun si hubiera una fuente de resistencia adecuada disponible que también fuera compatible sexualmente con cítricos. Después de haber examinado las opciones, es difícil escapar a la conclusión de que dados los caracteres biológicos de la plaga y del cultivo de cítricos, así como las condiciones socioeconómicas del cultivo, la solución más apropiada será la producción de patrones transgénicos. Con los avances constantes de la biología molecular, esto parece estar al alcance en el futuro cercano.

Literatura Citada

- Ballou, HA. 1912. Insect pests of the Lesser Antilles. Barbados, West Indies, Imperial Department of Agriculture. p. 66-69. (Pamphlet Series no. 71).
- Bourne, BA. 1921. Insect attacks reported or observed. Barbados, Annu. Rep. Dep. Agric. p. 12-13.
- Bowman, KD; Shapiro, J; Lapointe, SL. 2001. Sources of resistance to *Diaprepes abbreviatus* in subfamily Aurantiodeae, Rutaceae. HortScience 36(2):332-336.
- Bullock, RC. 1971. Effectiveness of foliar sprays for control of *Diaprepes abbreviatus* (L.) on Florida citrus. Tropical Agriculture 48:127-131.
- _____; Pelosi, RR; Killer, EE. 1999. Management of citrus root weevils (Coleoptera: Curculionidae) on Florida citrus with soil-applied entomopathogenic nematodes (Nematoda: Rhabditida). Florida Entomologist 82:1-7.
- Dexter, RR. 1932. The food habits of the imported toad *Bufo marinus* in the sugarcane sections of Puerto Rico. In Entomology Congress (4, 1935). Proceedings. International Society of Sugar Cane Technologists. p. 1-6.
- Dixon, WB. 1954. Fiddler Beetles. Natural history notes of the Natural History Society of Jamaica no. 69:166-167.
- Dunan, LW; McCoy, CW; Terranova, C. 1996. Estimating sample size and persistence of entomogenous nematodes in sandy soils and their efficacy against the larvae of *Diaprepes abbreviatus* in Florida. Journal of Nematology 28:56-67.
- Fennah, RG. 1940a. Rep. Dept. Agric. St. Lucia. p. 25-28.
- _____. 1940b. Observations on behaviour of citrus rootstocks in St. Lucia, Dominica and Montserrat. Tropical Agriculture 17:72-76.
- _____. 1942. The citrus pests investigation in the Windward and Leeward Islands. Trinidad, B.W.I. Imperial College of Tropical Agriculture.
- Hall, DG; Peña, J; Franqui, R; Nguyen, R; Stansly, P; McCoy, C; Lapointe, SL; Adair, RC; Bullock, B. 2001. Status of biological control by egg parasitoids of *Diaprepes abbreviatus* (Coleoptera: Curculionidae) in citrus in Florida and Puerto Rico. BioControl 46:61-70.
- Hantula, J; Saura, A; Lokki, J; Virkki, N. 1987. Genic and color polymorphism in Puerto Rican phyllobiine weevils *Diaprepes abbreviatus* (L.) and *Compsus maricaco* Wolcott. Universidad de Puerto Rico, Journal of Agriculture 71:391-397.
- Hutson, JC. 1917. Insect notes. Some weevils of the genus *Diaprepes* in the West Indies. The Agricultural News 16:186-187.
- Jackson, GC. 1963. *Diaprepes abbreviata* Linnaeus on *Phoenix dactylifera* L. Universidad de Puerto Rico, Journal of Agriculture 47:290.
- Jones, JH. 1915. The sugar-cane weevil root borer (*Diaprepes spengleri* L.). Insular Exp. Sta. (Río Piedras, Puerto Rico) Bulletin. 14:1-19.
- Lapointe, SL. 2000. Thermal requirements for development of *Diaprepes abbreviatus* (Coleoptera: Curculionidae). Environmental Entomology 29:150-156.
- _____. 2001. Effect of temperature on egg development of *Diaprepes abbreviatus* (Coleoptera: Curculionidae). Florida Entomologist 84:298-299.
- _____. 2003. Leguminous cover crops and their interactions with Citrus and *Diaprepes abbreviatus* (Coleoptera: Curculionidae). Florida Entomologist 86:80-85.
- _____; Shapiro, JP. 1999. Effect of soil moisture on development of *Diaprepes abbreviatus* (Coleoptera: Curculionidae). Florida Entomologist 82:291-299.
- _____; Bowman, KD. 2002. Is there meaningful plant resistance to *Diaprepes abbreviatus* (Coleoptera: Curculionidae) in citrus rootstock germplasm? Journal of Economic Entomology 95:1059-1065.
- _____; McKenzie, CL; Hunter, HB. 2003. Toxicity and repellency of *Tephrosia candida* to larval and adult *Diaprepes* root weevil (Coleoptera: Curculionidae). Journal of Economic Entomology 96:811-816.
- _____; Shapiro, JP; Bowman, KD. 1999. Identification of sources of plant resistance to *Diaprepes abbreviatus* (Coleoptera: Curculionidae). Journal of Economic Entomology 92:999-1004.
- Myers, JG. 1931. A preliminary report on an investigation in the biological control of West Indian insect pests. Empire Marketing Board 42:1-173.

- Nowell, W. 1912. Field investigations of beetle grubs attacking roots of sugarcane. Barbados, Report of the Local Department of Agriculture, 1911-12, p. 50-51.
- _____. 1913. Report of the assistant superintendent of agriculture on the entomological and mycological work carried out during the season under review. Rept. Local Dept. Agric., Barbados 1911-1913, p. 34-45.
- O'Brien, CW; Wibmer, GJ. 1982. Annotated checklist of the weevils (Curculionidae sensu lato) of North America, Central America, and the West Indies (Coleoptera: Curculionoidea). Memoirs of the American Entomological Institute. no. 34. 382 p.
- Shapiro, JP; Bowman, KD; Lapointe, SL. 2000. Dehydrothalebanin, a source of resistance from *Glycosmis pentaphylla* against the citrus root weevil *Diaprepes abbreviatus*. Journal of Agricultural and Food Chemistry 48:4404-4409.
- Simpson, SE; Nigg, HN; Coile, NC; Adair, RA. 1996. *Diaprepes abbreviatus* (Coleoptera: Curculionidae): host plant associations. Environmental Entomology 25:333-349.
- Tucker, RWE. 1929. Sugar-cane borers. Tropical Agriculture 6:224-226.
- _____. 1936. Parasites introduced into Barbados for control of insect pests. Department of Science and Agriculture, Barbados Agricultural Journal 5:1-22.
- _____. 1953. Biological control of insect pests in Barbados. Proceedings of the International Society of Sugarcane Tech. 8:573-581.
- Watson, NB. 1903. The root-borer of sugar-cane. West Indian Bulletin 4:37-47.
- Wolcott, GN. 1933a. An economic entomology of the West Indies. San Juan, PR, Entomological Society of Puerto Rico. p. 1-688.
- _____. 1933b. The larval period of *Diaprepes abbreviatus* L. Universidad de Puerto Rico, Journal of Agriculture 17:257-264.
- _____. 1933c. Otiurhynchids oviposit between paper. Journal of Economic Entomology 26:1172.
- _____. 1933d. The changed status of some insect pests in Puerto Rico. Universidad de Puerto Rico, Journal of Agriculture 17:265-270.
- _____. 1934. The diapause portion of the larval period of *Diaprepes abbreviatus* L. J. Agric., Univ. Puerto Rico 18:417-428.
- _____. 1936. The life history of *Diaprepes abbreviatus* L., at Rio Piedras. Universidad de Puerto Rico, Journal of Agriculture 20:883-914.
- _____. 1948. The insects of Puerto Rico: Coleoptera. Universidad de Puerto Rico, Journal of Agriculture 32:225-416.
- _____. 1954. Residual effectiveness of insecticides against soil-inhabiting insects. Universidad de Puerto Rico, Journal of Agriculture 38:108-114.

Las feromonas y sus usos en el manejo integrado de plagas

Helga Blanco Metzler¹

RESUMEN. Las feromonas son compuestos orgánicos que sirven para la comunicación entre individuos de la misma especie, e inducen un cambio en el comportamiento o en el proceso de desarrollo. Los insectos presentan diferentes feromonas, propias de cada especie: sexual, trillo, defensa, agregación, antimicrobios, etc. La feromona más utilizada en el manejo de plagas es la sexual y en menor proporción la de agregación. En este documento se presentan las características de las trampas y los dispositivos que se utilizan en el control etológico de plagas, así como las ventajas y desventajas del uso de esta herramienta.

Palabras clave: Feromonas, control etológico, manejo integrado de plagas.

ABSTRACT. Pheromones and their uses in integrated pest management. Pheromones are organic compounds used for intraspecific communication, which induce a change in behaviour or in the development process. Insects present different types of pheromones, typical for each species: sexual, trail, defense, aggregation, antimicrobial, etc. The most widely used pheromone in insect control is sexual, followed by the aggregation pheromone. In this article, the characteristics of traps and dispensers used in ethological control are presented, as well as the advantages and disadvantages of their use in insect control.

Key words: Pheromones, integrated pest management, ethological control.

Introducción

La filosofía del manejo integrado de plagas nació en los Estados Unidos durante los años cincuenta como respuesta al desarrollo de resistencia por numerosas especies de insectos y a la contaminación del ambiente. Esta filosofía promueve la integración de estrategias y tácticas de control con el fin de mejorar su eficacia, minimizar los efectos de las prácticas de fitoprotección sobre el ambiente y la salud humana, y retrasar el desarrollo de resistencia de las plagas a los plaguicidas. Las tácticas utilizadas incluyen el uso de enemigos naturales (control biológico); prácticas culturales como solarización, cultivos asociados, control mecánico y físico (control cultural); variedades resistentes (control fitogenético); liberaciones masivas de insectos estériles (control

autocida); uso de medidas legales; uso de insecticidas (control químico), y el uso de sustancias químicas que modifican el comportamiento de los insectos (control etológico).

Comunicación química

Los insectos son sensibles a las sustancias químicas presentes en el ambiente, principalmente aquellas que los ayudan a localizar a su pareja y seleccionar sus hospedantes, ya sea para ovipositar o como alimento. En un principio, se creyó que debido al poderoso efecto que ejercen los químicos en el comportamiento de los insectos, este era solamente una respuesta a un estímulo químico, por lo general externo. Sin embargo, hoy en día se conoce que el comportamiento está mediado por una

¹ Centro de Investigación en Protección de Cultivos, CIPROC. Universidad de Costa Rica, Costa Rica. hblanco@cariari.ucr.ac.cr

serie de estímulos externos e internos. Por ejemplo, el comportamiento del vuelo de las polillas macho que responde a un olor determinado (feromona) depende de una serie de factores internos, los cuales incluyen los ritmos circadianos, la edad del individuo (por lo general para cada especie existe un pico de respuesta en el tiempo), la temperatura y si anteriormente estuvieron expuestos a la feromona sexual (saciedad).

Cualquiera que haya observado los insectos seleccionando su hospedero en su ambiente natural, habrá notado la variación de respuesta que estos muestran a la atracción, aterrizaje, aceptación, oviposición y o alimentación. Estas diferencias obedecen en gran parte a diferencias genéticas entre individuos, a diferencias propias entre las plantas —que no podemos detectar— y a experiencias del pasado. Cualquiera de estas diferencias está mediada total o parcialmente por químicos.

Los compuestos químicos involucrados en la transferencia de información entre organismos se han denominado *semioquímicos*, clasificados en *feromonas* (comunicación intraespecífica) y *aleloquímicos* (comunicación interespecífica); dentro de estos últimos se encuentran las kairomonas (benefician al receptor), las alomonas (benefician al emisor) y las sinimonas (benefician a ambos).

Un área importante de investigación es el estudio de cómo la composición precisa del estímulo químico afecta el comportamiento del insecto y, más precisamente, su orientación a la fuente del olor, o cómo estos afectan otros tipos de comportamientos que conllevan al apareamiento o a la agregación. En el caso de las feromonas, los insectos no sólo sintetizan los compuestos con alto grado de pureza por medio de pasos biosintéticos muy específicos, sino que tienen un control preciso de las características geométricas y

de isomería óptica de las moléculas, así como de las proporciones en que estas se presentan. Distintos isómeros pueden provocar patrones de respuesta muy diferentes en el insecto, por lo que la discriminación de estas moléculas se lleva a cabo en el nivel de antena y del sistema nervioso central. En los insectos, el sistema sensorial que predomina en la detección de las feromonas es el olfato.

La detección de los compuestos químicos en los insectos se realiza principalmente por medio de papilas sensoriales localizadas generalmente en las antenas. Por ejemplo, las antenas de los áfidos presentan receptores que les permiten detectar las feromonas sexuales, de alarma y de agregación, así como las sustancias volátiles de las plantas que utilizan para su alimentación (Pickett *et al.* 1992).

Feromonas

Las feromonas son moléculas orgánicas producidas por los animales y recibidas por un segundo individuo de la misma especie, en el cual se produce una reacción de respuesta —como por ejemplo un cambio en el comportamiento— o en el proceso de desarrollo. Son biológicamente activas en cantidades muy pequeñas (tan bajas como 10^{-14} mg); pueden estar formadas por un solo compuesto o, más comúnmente, por una mezcla de compuestos, los cuales presentan un peso molecular bajo (80 a 300 g mol^{-1}). Las feromonas están formadas por acetatos, aldehídos, alcoholes, ketonas, terpenoides y otros, dependiendo de la especie y el tipo de feromona.

Las feromonas son específicas entre especies; esta especificidad dependerá de la longitud de la cadena, de la naturaleza de los grupos funcionales, y del número, localización y naturaleza isomérica de los enlaces dobles (Cuadro 1).

Cuadro 1. Componentes de la feromona sexual de hembras de diferentes especies del género *Spodoptera*².

Largo cadena	12	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	16
Enlace doble	Z9	—	Z9	Z9	Z9	Z9	Z9	Z9	E9	Z11	E11	Z11
Grupo funcional ³	ac	ac	ac	ald	ol	ac	ac	ac	ac	ac	ac	ac
<i>eridania</i>			80				20					
<i>exigua</i>			48		4		40	6				2
<i>frugiperda</i>	90		10									
<i>latisfacia</i>			78	8		1	7		1	<1		8
<i>litoralis</i>		+	+			95	+			+	+	

Fuente: Chapman (1998).

² Porcentaje de cada componente. Representa la cantidad presente en la glándula en la mayoría de las especies.

³ ac, acetato; ald, aldehído; ol, alcohol.

+Reportado en cantidades bajas, difiere entre especies.

Entre los diversos tipos de feromonas se encuentran (Chiri 1989, Jutsum y Gordon 1988):

Feromona sexual. Dependiendo de la especie, es producida por el macho, la hembra o ambos, y su función primordial es aumentar las probabilidades de apareamiento. Por lo general, las feromonas producidas por la hembra actúan como atrayentes sexuales, mientras que las producidas por el macho tienen una función afrodisíaca. La liberación de la feromona sexual es un proceso complejo, en el cual influyen la madurez sexual y la edad de la hembra virgen, el momento del día en que se realiza el apareamiento, el fotoperíodo, la temperatura, la velocidad del aire y la intensidad de la luz. En gran cantidad de hembras lepidópteras, la feromona sexual se produce en glándulas localizadas entre el octavo y noveno segmento abdominal. Cuando una hembra se coloca en posición de llamada (previo al apareamiento), levanta el abdomen exponiendo esta glándula y liberando la feromona al aire, la cual es transportada por el viento. Cuando un macho percibe el olor de la feromona, entra en actividad y vuela en zig zag en dirección contraria al viento hacia la fuente de la feromona (Fig. 1). A medida que el macho se acerca a la hembra, utiliza además otros sentidos, como la visión, el tacto o el auditivo. Uno de los insectos sobre los cuales se han realizado numerosos estudios por su facilidad de cría es *Drosophila melanogaster* L. (Diptera: Drosophilidae). Durante el cortejo, el macho se acerca a la hembra y cubre el abdomen con uno de sus tarsos delanteros. Posteriormente extiende las alas y vibra una de ellas. En el caso de que la hembra huya, el macho si-



Figura 1. Orientación del macho hacia la feromona liberada por la hembra.

gue vibrando las alas continuamente y tratando de cubrir su abdomen. Entonces, el macho saca su proboscis, hace contacto con la genitalia de la hembra y encorva su abdomen hacia el de esta. Por lo general, en este momento la hembra abre las válvulas genitales y se lleva a cabo la cópula.

Se han encontrado diferencias en la iniciación del cortejo cuando un macho enfrenta una hembra virgen a una copulada. En la cutícula de las hembras vírgenes se encuentra el compuesto 7-11 heptacosadieno, el cual incita al macho al inicio del cortejo. Las hembras copuladas incitan en menor grado a los machos. Una posible razón es que durante la cópula el macho transfiere el compuesto 7-tricosono a la hembra, el cual inhibe el comportamiento de cortejo de otros machos.

Feromona de alarma. Estimulan la huida o la defensa. Son las que se producen en mayores cantidades. Debido a que estos compuestos son segregados durante una estimulación traumática, por lo general actúan como disuasivos; muestran muchas de las propiedades presentes en las alomonas de defensa.

En los insectos sociales —como por ejemplo las hormigas, abejas y termitas— se producen monoterpenos característicos (6-metil-5hepten2ona, citral, citronelal, α pinina, limosina) de la feromona de alarma y que a la vez actúan como ente disuasivo.

Entre estas feromonas de alarma, *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae) marca las flores con 2-heptanona y de este modo previene la visita de otras abejas. En el caso de *Atta* spp. (Hymenoptera: Myrmicinae), si las hormigas son atacadas durante su paso por el trillo y se activa la feromona de alarma, las obreras tiran la hoja y se van rápidamente al nido. No reanudan su trabajo hasta que el olor de alarma se haya disipado.

Otro ejemplo de feromonas de alarma son las llamadas “feromonas de alarma misteriosas”, donde algunas especies de insectos no hormigas, ante la presencia de hormigas depredadoras, liberan alomonas disuasivas similares al ácido fórmico de las hormigas. Con esto, se satura el ambiente al haber una sobreproducción de feromona de alarma y confunde a las hormigas; ejemplo de estos insectos son las cucarachas y los escarabajos.

Feromonas de alarma antimicrobios. Esta feromona es típica de insectos que viven en nidos subterráneos, caracterizados por presentar alta temperatura y humedad, condición que favorece el crecimiento de hongos y bac-

terias. La feromona de alarma antimicrobios libera ciertas sustancias que inhiben el crecimiento de los patógenos *Aspergillus* y *Escherichia coli*. Además de los insectos que producen este tipo de feromonas, los ácaros del género *Carpoglyphus* inhiben el crecimiento de los hongos donde se desarrollan por medio de la liberación del citral. Sin la presencia de ácaros, crecen especies de *Aspergillus*. El chinche hediondo, *Nezara viridula*, produce 2-hexanal y (E)-decenal, los cuales inhiben la germinación de *Metarrhizium anisopliae*, un entomopatógeno de uso frecuente en el control microbiano de muchas especies de insectos.

Feromonas y alomonas como atrayentes letales. Esta feromona es característica de los estafilínidos, asociados con estiércol y carroña, y sirve para atraer las moscas de las cuales se alimentan.

Feromona de agregación. Tiene varias funciones, entre las que se incluyen agrupar individuos de ambos sexos en un área determinada, la defensa contra depredadores y los ataques en masa contra un hospedante debilitado. Esta feromona es utilizada en el trapeo masivo de muchos Scolytidae.

Feromonas marcadoras de trillo. Sirven como guía a la fuente de alimentación, así como de indicador de la cantidad de alimento existente. Están presentes en hormigas.

Otras feromonas presentes en insectos: antiagregación, reconocimiento, espaciamento, reguladores de desarrollo, etc.

Las feromonas como herramientas en el manejo de plagas

Las feromonas sexuales constituyen los compuestos más estudiados y los que presentan mayor potencial de uso. Se han utilizado para manipular el comportamiento de los insectos por medio de la detección y el monitoreo de poblaciones endémicas donde se registra la distribución y la abundancia relativa de una plaga, así como la actividad estacional de la misma; para confundir durante el apareamiento; reducir las poblaciones de insectos por medio del trapeo masivo y apoyar la toma de decisiones para determinar el momento oportuno de aplicar otros métodos de muestreo o de control. El uso de las feromonas en el campo está asociado al uso de una trampa (estructu-

ra para retener a los insectos) y un dispositivo (liberación de la feromona).

Características de las trampas

La eficacia de una trampa en la captura de adultos se ve afectada por una serie de factores, como el tipo de trampa, el color, el tamaño, la altura sobre el suelo a la cual fue colocada y el número y posición de las trampas en un sitio. La selección de una trampa está ligada al conocimiento del comportamiento del insecto con relación al olor de la feromona y a su hospedante.

Entre las trampas de mayor uso en el mercado están las impregnadas con goma, que presentan diversos diseños y tamaños según la especie de insecto para la cual fueron diseñadas. Entre estas están la alada, la Delta, la Lindgren (para el trapeo de escolítidos), la de cabos de tubo, la Nadel, la McPhail, la de balde y otras. Existe además una serie de modelos caseros fabricados a partir de botellas o galones plásticos, que además de proporcionar buenos



Figura 2. Trampas utilizadas en el manejo etológico de insectos: a) alada, b) Delta, c) McPhail, d) balde, e) refresco, f) galón plástico.

resultados en la captura de insectos, abaratan los costos (Fig. 2). Cabe resaltar que todas estas trampas requieren de un dispositivo con la feromona. A aquellas trampas que no son impregnadas de goma se les adiciona (en el recipiente inferior) agua con detergente, aceite o insecticida, para eliminar los insectos capturados.

Dispositivos

La liberación controlada del agente biológico activo es una de las etapas de mayor cuidado, que influye en el éxito del desarrollo de la feromona, ya que se requiere de un reservorio de la sustancia activa que sea liberada en ciertas cantidades y concentraciones. La liberación gradual o controlada se realiza con la ayuda de polímeros de diferente tipo llamados *dispositivos*. La base de estos dispositivos de liberación controlada está íntimamente relacionada con los principios farmacéuticos, donde se debe regular la cantidad y velocidad de liberación del compuesto “medicina” al organismo. En el mercado se realizan constantes investigaciones que permiten desarrollar dispositivos eficientes, de bajo costo y fácil aplicación (Trimble *et al.* 2004). Entre los diferentes dispositivos están:

- Las estructuras laminadas, que consisten de dos y generalmente tres películas de polímero adheridas.
- Tapones de corcho o plástico, filtros de algodón.
- Tableta o cápsula, que contiene el ingrediente activo y una sustancia osmótica (generalmente NaCl) en el interior y está rodeada de una membrana semipermeable con un orificio. Cuando la tableta está en un ambiente húmedo, la presión osmótica del NaCl dentro de ella absorbe agua a través de la membrana, creando una solución acuosa interna. Debido a que la membrana no es extensible, la solución saturada es sacada de la cápsula conforme más agua se absorbe.

— Hojuelas.

Ventajas y desventajas del uso de feromonas

El uso de las feromonas en un programa de control de plagas proporciona ciertas ventajas, como son su bajo costo, facilidad de uso, fácil transporte, alta sensibilidad (muy efectiva con densidades poblacionales bajas) y protección del ambiente (Cuadro 2). Sin embargo, su efectividad en el campo se ve afectada por el tipo de trampa utilizada, el diseño del dispensador (velocidad de liberación de la feromona), la ubicación de la trampa, el número de trampas por área y las condiciones climáticas. En el caso de las trampas con goma, el polvo, basuras del ambiente y frecuencia de cambio de la trampa pueden afectar las capturas (Fig. 3).

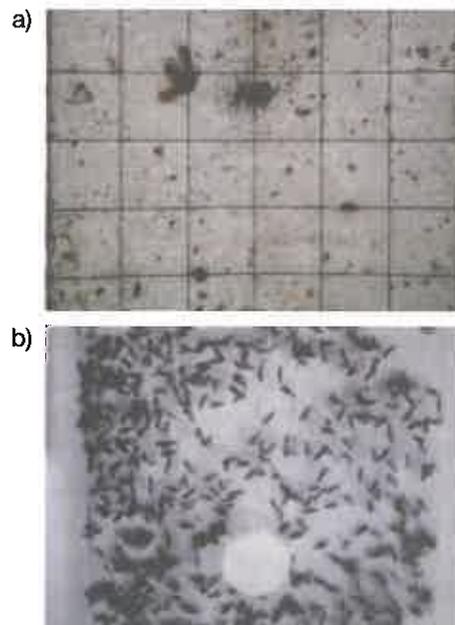


Figura 3. Trampa alada afectada en la superficie con goma por a) basuras, b) exceso de captura de insectos.

Cuadro 2. Comparación entre feromonas e insecticidas.

	Feromona	Insecticida
Toxicidad	No es tóxico para mamíferos y peces	Tóxico
Efecto sobre enemigos naturales	Ninguna	Sí. Plagas secundarias
Contaminación	Ninguna	Sí
Resistencia o tolerancia	Ninguna	Sí
Aplicaciones	1-2 veces/año	Muchas veces
Densidad de población	Menos efectiva en densidades altas	Efectivas en altas densidades
Tamaño del área tratada	Mayor efectividad en campos grandes	Efectividad en campos chicos
Época de aplicación	Período de vuelo	Todo el tiempo
Clima	Afectada	Afectada
Selectividad	Insectos específicos	Ninguna

A continuación se presentan algunos ejemplos exitosos del uso de feromonas en el manejo etológico de insectos:

- El manejo del defoliador (*Orgyia pseudotsugata*) (Lepidoptera: Lymantriidae) del pino Oregon, (*Pseudotsuga menziesii*), en Norteamérica, consiste en la detección temprana y el monitoreo anual de la abundancia del insecto con el fin de indicar su presencia y advertir sobre el crecimiento de la población, y la posibilidad de que se desarrolle una explosión de la población de la plaga. Cada año, al finalizar el verano y cuando ocurre la emergencia de los adultos, se colocan trampas con feromona en sitios específicos. Cada trampa contiene un dispositivo plástico que permite la liberación paulatina de una baja concentración de la feromona sexual. El número de machos capturados representa un índice relativo de la abundancia poblacional en un sitio determinado. En el caso de que se alcancen niveles poblacionales altos, se recurre a prácticas silviculturales o a la aplicación aérea de insecticidas químicos o microbiológicos (virus y *Bacillus thuringiensis*) (Mason y Wickman 1991).

- El cultivo de la papa en Costa Rica se ve afectado por el daño causado a los tubérculos por las polillas *Phthorimaea operculella* y *Tecia solanivora*. Antes de 1989, el 20% de los costos de producción de papa correspondían al costo por insecticidas contra las polillas, con un promedio de 14 aplicaciones de insecticida durante el invierno y 20 en el verano. A partir de 1989, a raíz de una explosión de la población de la mosca minadora *Liriomyza huidobrensis* (Diptera: Agromyziidae), el costo de insecticidas aumentó a un 50% debido al uso de ciromazina (Trigard®), cartap (Padán®) y otros contra la mosca minadora. El patrón de distribución del daño de ambas especies no es uniforme, sino que tiende a concentrarse en los bordes. Rodríguez *et al.* (1991) encontraron que las mayores capturas de las polillas se presentaron con trampas distanciadas entre 5 y 10 m y que el número de adultos capturados disminuyó a medida que la distancia entre ellas era menor.

- El uso de feromonas para confundir o disuadir el apareamiento de *Pectinophora gossypiella* en algodón ha sido muy efectivo en Estados Unidos, Pakistán, Egipto y Perú. Debido a que las larvas se ali-

mentan en el interior de los botones florales y las cápsulas, estas escapan a la acción de los insecticidas convencionales, por lo que la aplicación intensiva de insecticidas provocó la aparición de resistencia, el surgimiento de plagas secundarias y la destrucción de enemigos naturales. La saturación del ambiente con feromona sintética en 40000 ha de algodón en California y Arizona disminuyó el apareamiento de *P. gossypiella*, lo que provocó un aumento en la producción de algodón y solamente un 5% de daño en el cultivo, mientras que las plantaciones tratadas convencionalmente presentaron un 30% de daño (Cardé y Minks 1995).

El uso de programas integrados insecticida-feromona, basados en la interrupción del apareamiento, ha mostrado ser efectivo al mantener las poblaciones de la polilla oriental de las frutas, *Grapholita molesta* (Busck) (Lepidoptera: Tortricidae) bajo los niveles de tolerancia industrial del 1% (Trimble *et al.* 2001).

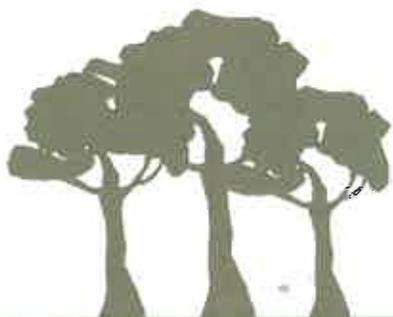
- El trapeo o captura masivos se realizan principalmente en aquellos insectos que utilizan la feromona de agregación como medio para encontrar a su pareja o para explotar un hospedero. Este es el caso de los escarabajos descortezadores, *Dendroctonus* spp., *Ips* spp., *Scolytus* spp. y otros. Su uso para combatir las plagas agrícolas en Costa Rica está restringido a *Metamasius* en caña, *Cosmopolites sordidus* (Coleoptera: Curculionidae) en banano y *Rhynchophorus palmarum* (Coleoptera: Curculionidae) en palma aceitera (Chinchilla y Oehlschlager 1993) y en *Phoenix robelini* (Blanco Metzler, *en prensa*).

En conclusión, la clave del éxito en el manejo de plagas radica en el conocimiento de la ecología de la especie plaga y su relación con factores económicos. El trapeo con feromonas es una táctica de control relativamente nueva, que permite el monitoreo de las poblaciones de insectos sin causar deterioro en el ambiente ni afectar otras especies de animales; sin embargo, requiere de la generación de gran cantidad de información que permita entender la relación entre la captura de los adultos y los requerimientos ecológicos y biológicos de cada especie.

Si bien el mayor uso de las feromonas se ha dado en el control de plagas de especies forestales, existen numerosas experiencias en cultivos anuales y perennes, donde su inclusión en programas de manejo integrado de plagas ha sido eficiente.

Literatura citada

- Blanco-Metzler, H. Manejo de *Rhynchophorus palmarum* (Coleoptera: Curculionidae) en *Phoenix robelini*. Agronomía Mesoamericana. 4 p. *En prensa*.
- Cardé, RT; Doane, CC; Granett, J; Roelofs, WL. 1975. Disruption of pheromone communication in the gypsy moth: Some behavioural effects of disparlure and an attractant modifier. *Environmental Entomology* 4: 793-6.
- _____; Minks, AK. Control of moths pests by mating disruption: Successes and constraints. *Annual Review of Entomology* 40: 559-85.
- Chapman, RF. 1998. The Insects: structure and function. Reino Unido, Cambridge University Press. p. 704-724.
- Chinchilla, CM; Oehlschlager, C. 1993. Trampas para capturar adultos de *Rhynchophorus palmarum* (Coleoptera: Curculionidae) utilizando la feromona de agregación producida por el macho. *Manejo Integrado de Plagas* 29: 28-35.
- Chiri, A. 1989. Utilización del control etológico. In Andrews, K; Quesada, JR. eds. Manejo integrado de plagas en la agricultura: estado actual y futuro. Honduras, Escuela Agrícola Panamericana El Zamorano. p. 267-282.
- Horn, DJ. 1988. Ecological approach to pest management. New York, US, Guilford Press. 285 p.
- Judson, AR; Gordon, RF. 1989. Insect pheromones in plant protection. New York, US, John Wiley & Sons. 369 p.
- Lewis, WJ; Jones, RL; Sparks, AN. 1972. A host-seeking stimulant for the egg parasite *Trichogramma evanescens*: its source and its demonstration of its laboratory and field activity. *Annual Entomological Society America* 65: 1987-89.
- Mason, RR; Wickman, BE. 1991. Integrated pest management of the Douglas-fir tussock moth. *Forest Ecology and Management* 39: 119-130.
- Mora C, N; Rodríguez, C.; Lépiz, CS. 1991. Efecto de la altura de las trampas con feromona en la captura de *Plutella xylostella* (Lep: Plutellidae). *Manejo Integrado de Plagas* 20-21: 45-46.
- Pickett, JA; Wadhams, LJ; Woodcock, CM. 1992. The chemical ecology of aphids. *Annual Review of Entomology* 37: 67-90.
- Rodríguez, CL; Lépiz, CS; Pérez, D. 1991. Efecto de la distancia entre trampas, sobre la captura de las palomillas de la papa (Lep: Gelechiidae). *Manejo Integrado de Plagas* 20-21: 47-48.
- Trimble, RM; Pree, DJ; Barszcz, ES; Carter, NJ. 2004. Comparison of sprayable pheromone formulation and two hand-applied pheromone dispensers for use in the integrated control of oriental fruit moth (Lepidoptera: Tortricidae). *Journal of Economic Entomology* 97(2): 482-489.
- _____; Pree, DJ; Carter, NJ. 2001. Integrated control of oriental fruit moth (Lepidoptera: Tortricidae) in peach orchards using insecticide and mating disruption. *Journal of Economic Entomology* 94: 276-285.



Plagas Forestales Neotropicales

Jorge Macías (jmacias@tap-ecosur.edu.mx)

Marcela Arguedas (marguedas@itcr.ac.cr)

José Zanuncio (zanuncio@mail.ufv.br)

Luko Hilje (lhilje@catie.ac.cr)

EDITORES

No. 13

Marzo, 2004

Nota editorial

Quizás algunos lectores hayan visto las siglas “IUFRO” sin conocer su significado, que es el de *International Union of Forestry Organizations* (Unión Internacional de Organizaciones Forestales). Esta organización nació en 1892, con sede en Viena, Austria. Se trata de un cuerpo de científicos internacionales, abierto, de trabajo voluntario y totalmente dedicado a la ciencia. Tiene una presencia coordinada en todo el mundo, siendo una organización sin fines de lucro, no gubernamental y apolítica. Reúne más de 15000 científicos —miembros cooperantes—, de más de 700 instituciones, distribuidas en más de 100 países. IUFRO es un miembro asociado de la ICSU, *International Council for Science*.

IUFRO cuenta con 202 Grupos de Trabajo (Working Parties) en áreas muy diversas, que abarcan aspectos de organización de comunidades, aspectos económicos, de manejo de bosques, tecnología de la madera y leña combustible, entre otros, en todos los tipos de bosques del planeta. La Unidad de la División 7, denominada “Salud Forestal”, incluye aspectos de fisiología y genética de árboles; interacción con fitófagos, patología, entomología, e impacto de la contaminación aérea en los ecosistemas forestales. Estos cuatro grupos

engloban 34 subgrupos más específicos. Por su ámbito tropical, se destacan dos de ellos: el 7.02.07, Diseases of Tropical Forest Trees (contacto: leess@frim.gov.my) y el 7.03.09, Protection of Forests in the Tropics (contacto: jcobbinah@forig.org).

IUFRO organiza una gran diversidad de reuniones técnicas y científicas alrededor de todo el mundo. Por ello, genera un amplio número de publicaciones, muchas de ellas gratuitas y de carácter muy internacional; un boletín denominado *IUFRO News* es enviado a todos los miembros y a la mayoría de las bibliotecas de los países participantes. Este boletín es un excelente ejemplo de una publicación periódica que contiene información importante, con direcciones, eventos, publicaciones y contactos en el ámbito forestal mundial.

IUFRO cuenta con una página Web (www.iufro.org), donde se puede encontrar toda esta información y más. Los instamos a visitarla, pues con seguridad encontrarán información importante para su quehacer técnico y académico.

Roya de la teca en Panamá y Costa Rica

Durante noviembre y diciembre de 2003, se realizaron giras de inspección en plantaciones de teca (*Tectona*

grandis) en Panamá (regiones Central y Sur) y, en febrero de 2004, en Costa Rica (regiones Atlántica, Huetar Norte y Pacífico Central), con el objetivo de confirmar la presencia de *Olivea tectonae* (Rac.) en dichas regiones y caracterizar su daño.

La presencia de *O. tectonae* se ha detectado en plántulas y árboles adultos, variando en algunos rasgos la sintomatología, según la edad. En plántulas recién germinadas, se observan pequeños puntos cloróticos en los cotiledones, sobre algunos de los cuales se presentaron pústulas de uredinosporas. En las hojas bajas de pequeñas plántulas de vivero (de 20-50 cm de altura), se observan grupos de esporas dispersas en el envés y algunas de ellas comienzan a necrosarse. En plantas de menos de 2 m de altura, la afección se presenta únicamente en las hojas más bajas, con la presencia de cantidades moderadas de esporas en el envés. Las manifestaciones son variadas, ya que en algunos casos se producen manchas necróticas de tamaños variables y, en otros, quemaduras más generalizadas.

En árboles grandes, las hojas afectadas son las más viejas, especialmente las de las partes bajas; estas hojas presentan inicialmente áreas cloróticas de borde difuso en el haz. En el envés, se observa la coloración naranja de las grandes acumulaciones

de esporas; posteriormente, las áreas cloróticas se necrosan en forma generalizada y las hojas severamente afectadas pueden llegar a caer.



Sintomatología de *O. tectonae* en árboles de teca

A pesar de que la enfermedad ha sido observada en árboles de teca de todas las edades, no parece estar produciendo defoliaciones significativas. En árboles más grandes, su presencia se encuentra asociada al follaje senil y su presencia es generalizada en el follaje de rodales que hayan sufrido otras afecciones que intervienen en el desarrollo esperado, tales como otras plagas, incendios o sitios de muy mala calidad. No se ha observado ni un solo caso en el cual la roya haya producido porcentajes altos de defoliación, y mucho menos de mortalidad.

Se puede obtener más información sobre este tema en: Arguedas (2004), La roya de la teca *Olivea tectonae* (Rac.): consideraciones sobre su presencia en Panamá y Costa Rica (en línea). Nota técnica. Kurú: Revista Forestal (Costa Rica) 1(1), 2004. Disponible en <http://www.it-cr.ac.cr/publicaciones/revistakuru>

Contacto: Marcela Arguedas

Reunión sobre Meliaceae

En el marco del XXII Congreso Forestal de IUFRO, en Brisbane, Australia (8-3 de agosto de 2005) (www.iufro2005.com), el Grupo de Trabajo 1.07.19 *Sustainable Management and Genetic Resources of Meliaceae*, liderado de manera muy entusiasta por Sheila Ward (seard@caribe.net), planea organizar una sesión denominada *Sustainable management of high value timber species of the Meliaceae: A global perspective*, dentro de la cual se han propuesto, entre otros, los siguientes temas:

- A review of genetic resources in the Meliaceae, with emphasis on *Swietenia* and *Cedrela* (Una revisión de los recursos genéticos de Meliaceae, con énfasis en *Swietenia* y *Cedrela*).
- Review on progress towards sustainable management of mahogany in natural community forests in Mexico (Avances en el manejo sostenible de la caoba en bosques naturales comunitarios en México).
- A review on *Hypsipyla robusta* in the Asia Pacific region (Revisión de *Hypsipyla robusta* en el Sudeste Asiático).
- Review on provenance trials with *Cedrela* and *Swietenia* in Central America (Revisión de ensayos de procedencia con *Cedrela* y *Swietenia* en América Central).
- Advanced plantation growth of *Swietenia macrophylla* (Crecimiento avanzado en plantaciones de *Swietenia macrophylla*).

No se sabe aún si en efecto la sesión se llevará a cabo, pero los in-

teresados pueden contactar a Sheila Ward, quien quizás pronto cuente con esa información.

Es posible suscribirse a la lista de correos de este grupo en: <http://web.catie.ac.cr/meliaceae>. Además, se puede hallar información sobre la biología, ecología, manejo, usos y otros temas de Meliaceae, así como vínculos con otros sitios de interés, en <http://www.mahoganyforthefuture.org/projectmeliaceae/index.html>.

Nuevas publicaciones

La Escuela de Ingeniería Forestal del Instituto Tecnológico de Costa Rica ha lanzado la nueva revista en línea: *KURU: REVISTA FORESTAL*. Se espera que el personal relacionado con la sanidad forestal de dicha universidad aumente y diversifique sus publicaciones en esta temática. En su primer número, se publica el artículo citado en este boletín sobre la roya de la teca. Igualmente, en la sección de notas técnicas, se publica una pequeña guía titulada "Escarabajos barrenadores de la madera: reconocimiento de daños y manejo", debidamente ilustrada con fotografías de los daños. La dirección es: <http://www.itcr.ac.cr/publicaciones/revistakuru>.

Futuros eventos

- Pest Management in the Tropics: Concepts and Application of Silviculture and Genetic Resistance. Julio 21, 2004. Kumasi, Ghana. Contacto: jcobbina@forig.org o Mike.Wagner@nau.edu
- Forest diversity and resistance to native and exotic pest insects. Agosto 10, 2004. Hammer Springs, New Zeland. Contacto: aliebhold@fs.fed.us o sandy@mserv.fsl.wvnet.edu

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

CATIE Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza

Control Biológico de Malezas

Vera Sánchez Garita, Coordinadora
(sanchezv@catie.ac.cr)

No. 8

Marzo, 2004

Control biológico de malezas en sistemas acuáticos y en áreas pantanosas en los Estados Unidos

En los Estados Unidos, aproximadamente 200 especies de plantas acuáticas son consideradas como malezas o plantas invasoras, y cerca de 50 a 25% de ellas son de gran importancia (Andres y Bennett 1975). Las plantas acuáticas se vuelven problemáticas o invasoras cuando presentan un crecimiento rápido, con incrementos considerables de la biomasa. Esto resulta en monocultivos densos que reemplazan plantas nativas, reducen la biodiversidad, e interfieren con el flujo natural del agua, lo que puede ocasionar inundaciones, impedir la navegación y formar sitios ideales para la crianza de mosquitos transmisores de enfermedades. Las actividades humanas que alteran los hábitat y la introducción de plantas exóticas a nuevos ambientes que carecen de sus enemigos naturales han sido consideradas entre las principales razones de que las plantas acuáticas lleguen frecuentemente a ser invasoras (Pietrse 1990).



James Cuda¹
Gary Buckingham²
Julio Medal¹

El manejo de las malezas acuáticas es complejo, debido a los múltiples usos de los cuerpos de agua y a la presencia de plantas y animales nativos benéficos. Se considera que los métodos no biológicos para el control de malezas acuáticas pueden ser adversos a especies que no son objeto del combate, como peces nativos y otros organismos asociados con las malezas, así como la calidad del agua. Los herbicidas químicos que se usan para el control de

malezas acuáticas frecuentemente resultan en la contaminación de las aguas potables, de irrigación de cultivos y suministro de agua a los animales en las fincas.

El control biológico —tal y como lo definió DeLoach (1997)— consiste en la utilización planificada de organismos silvestres o sin domesticar para reducir el vigor, la capacidad reproductiva o la densidad de las malezas. Esta es una definición apropiada para los programas de control biológico de malezas acuáticas, porque hace énfasis en la manipulación de los enemigos naturales, como patógenos de plantas y peces, lo cual distingue el control biológico de otros métodos de control de malezas.

El control biológico de malezas acuáticas que utiliza insectos provenientes del lugar de origen de la maleza fue inicialmente implementado en los Estados Unidos en 1964 (Andres y Bennett 1975). Desde entonces, la tasa de éxito de los programas de control biológico de malezas acuáticas en el mundo ha sido impresionante (Julien y Griffiths 1988, Forno y Julien 2000). Aunque no está claro por qué este “impacto exitoso”, como lo definen Forno y Julien (2000), es elevado para algunas malezas acuáticas y no para otras, podría estar relacionado con la forma de crecimiento de las malezas, el tipo de agente usado para el

¹ University of Florida, Gainesville, Florida, EUA.

² USDA-ARS Florida Biological Control Laboratory, Gainesville, Florida, EUA.

control biológico, la susceptibilidad hacia patógenos, el tipo de fluido o corriente en el sistema acuático o alguna combinación de esos factores.

En los EUA, se han utilizado agentes naturales introducidos y nativos contra seis especies de malezas acuáticas y de áreas pantanosas: *alligatorweed* o maleza caimán (*Alternanthera philoxeroides* (Mart.) Griseb., Amaranthaceae), hydrilla (*Hydrilla verticillata* (L. f.) Royle, Hydrocharitaceae), melaleuca (*Melaleuca quinquenervia* (Cav.) S.T. Blazer, Nyrtaceae), purple loosestrife (*Lythrum salicaria* L., Lythraceae), lirio acuático (*Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms, Pontederiaceae), y waterlettuce o lechuga de agua (*Pistia stratiotes* L., Araceae). Además, insectos para el control de *Myriophyllum spicatum* L. (Haloragaceae) han sido estudiados en cuarentena (Bennett y Buckingham 1999), e insectos nativos o adventicios que atacan ésta planta han sido manipulados en el campo (Newman 2000).

Recientemente, el picudo adventicio *Cyrtobagous salviniae* Calder y Sands fue reintroducido a los EUA, proveniente de Australia, para el combate de (*Salvinia molesta* D.S. Mitchell (Salviniaceae) (Wood *et al.* 2001), y algunos insectos nativos también están siendo considerados para ser redistribuidos desde la costa Este hacia la costa Oeste para el control de *Spartina alternifolia* Lois. (Poaceae) (Wu *et al.* 1999). Se están llevando a cabo pruebas de especificidad en cuarentena de insectos para control de *Lygodium microphyllum* (Cav.) R. Br. (Schizaeaceae) (GR. Buckingham, datos sin publicar). Además, se han iniciado estudios de factibili-



dad para el posible control biológico de *Phragmites australis* (Cav.) Trin. (Poaceae) (Schwarzländer y Häfliger 2000).

Se han publicado revisiones de literatura sobre los programas de control biológico conducidos en la Florida, EUA, para las malezas *A. philoxeroides*, *H. verticillata*, *M. spicatum* (Buckingham 1994), *E. crassipes* y *P. stratiotes* (Center 1994). Otros recursos valiosos para los programas de control biológico de malezas acuáticas en los EUA incluyen el *University of Florida's Aquatic Plant Information Retrieval System (APIRS)* o sistema computarizado de información sobre plantas acuáticas de la universidad de la Florida, y el *U.S. Army Corps of Engineers Aquatic Plant Information System (APIS)* o sistema de información similar del cuerpo de ingenieros del ejército de los EUA. Estos sistemas de información fueron establecidos por el *Center for Aquatic and Invasive Plants* en 1979, y han estado disponibles en la Internet desde 1995, y constituyen el más grande recurso de información sobre todos los aspectos de plantas acuáticas, plantas en áreas pantanosas, e invasoras (UF/IFAS 1995). El APIS provee información para la identificación y manejo de más de 60 especies de plantas nativas e introducidas en sistemas acuáticos y pantanosos, y usa

sistemas interactivos para la identificación de insectos herbívoros comúnmente recolectados en malezas acuáticas (USACE 2000). APIS está disponible en línea y en CD-ROM (USACE 2000).

Un nuevo sistema para medir el éxito de artrópodos en el control biológico de malezas acuáticas fue propuesto recientemente por Forno y Julien (2000). Se desarrollaron dos nuevos sistemas usando una escala numérica específicamente para malezas acuáticas para mejorar la selección de artrópodos fitófagos que pueden ser potencialmente efectivos, con base en observaciones en su ámbito nativo, y para evaluar el impacto de agentes de control biológico establecidos en sus plantas hospederas. *Cricotopus lebetis* Sunblette fue evaluado contra otros insectos liberados para el control biológico de *H. verticillata* en los EUA para demostrar cómo el uso de estos sistemas de escalas numéricas pueden ser aplicados a enemigos naturales por ser utilizados como agentes de control biológico.

Agradecimientos

Agradecemos a los Drs. Julio Medal y Hernán Norambuena por la traducción del inglés al español de este capítulo, para que pudiera ser incorporado en las Memorias del "Primer Curso Latinoamericano de Control Biológico de Malezas".

Literatura Citada

- Andres, LA; Bennett, FD. 1975. Biological control of aquatic weeds. *Annual Review of Entomology* 20:31-46.
- Bennett, CA; Buckingham, GR. 1999. Biological control of hydrilla and Eurasian watermilfoil-insect quarantine research. In Jones, DG; Gamble, BW. Eds. Florida's Garden of Good and Evil. Joint Symposium of the Florida Exotic Pest Plant Council and the Florida Native Plant Society (1998). Proceedings. West Palm Beach, Florida, US, Florida Exotic Pest Plant Council. p. 363-369
- DeLoach, CJ. 1997. Biological control of weeds in North America. In Luken, JO; Thieret, JW. eds. Assessment and management of plant invasions. Nueva York, US, Springer-Verlag. p. 172-194.
- Forno, IW; Julien, MH. 2000. Success in biological control of weeds by arthropods. In Gurr, G; Wratten, S. eds. Biological control: Measures of Success. Dordrecht, NE, Kluwer Academic Publishers. p. 159-187.
- Julien, MH; Griffiths, MW. 1988. Biological control of weeds: A world catalogue of agents and their target weeds. 4 ed. Wallingford, UK, CAB International.
- Newman, R. 2000. Biological control of *Eurasian watermilfoil* (en línea). Consultado 27 abr. 2002. Disponible en <http://www.fw.umn.edu/research/milfoil/milfoilbc.html>.
- NRC/BA (National Research Council, Board on Agriculture). 1996. Ecologically based pest management: New solutions for a new century, committee on pest and pathogen control through management of biological control agents and enhanced cycles and natural processes. Washington DC, National Academy Press.
- Pieterse, AH. 1990. Biological control of aquatic weeds, (a) introduction to biological control of weeds. In Pieterse, AH; Murphy, KJ. eds. Aquatic weeds: The ecology and management of nuisance aquatic vegetation. Oxford, UK, Oxford University Press. p. 174-177.
- Schwarzländer, M; Häfliger, P. 2002. Shoot flies, gall midges and shoot and rhizome mining moths associated with common reed in Europe and their potential for biological control, In Spencer, NR. ed. International Symposium on Biological Control of Weeds (10, 1999, Estados Unidos). Proceedings. Montana, US, USDA. p. 397-420.
- UF/IFAS (University of Florida, Institute of Food and Agricultural Sciences). 1995. Consultado 27 abr. 2002. Disponible en <http://aquar.t1.ifas.ufl.edu/welcome.html>.
- USACE (U.S. Army Corps of Engineers). 2000. Aquatic plant information system online version (en línea). Consultado 25 abr. 2002. Disponible en <http://www.wes.army.mil/el/agua/apis/methods.html>.
- Wood, M; Hardin, B; Garcia, J. 2001. Attack on giant salvinia. *Agricultural Research Magazine* 48(11):4-6.
- Wu, M; Hacker, S; Ayres, D; Strong, DR. 1999. Potential of *Prokelisia* spp. as biological control agents for English cordgrass, *Spartina anglica*. *Biological Control* 16:267-273.

PUBLICACIONES Y RECURSOS

A través de la Internet, se puede obtener el CD producto de la colaboración del Centre for Biological Information Technology y The Queensland Department of Natural Resources and Mines. El material WeedBiocontrol es una capacitación interactiva y una fuente de información en CD-ROM para profesores, estudiantes, investigadores y cualquier persona que desee conocer más sobre control biológico de malezas.

Disponible en <http://www.cpitt.uq.edu.au/software/WeedBiocontrol/>

El Saskatoon Research Centre (Canadá) ofrece en su página Web información muy valiosa sobre sus programas de investigación en control biológico de malezas.

Disponible en http://res2.agr.ca/saskatoon/brochures/weeds-mauvaises-herbes_e.htm

Otro sitio importante para obtener información es la página de USDA, que ofrece ayuda en la preparación de protocolos de investigación en control biológico de malezas, incluyendo asesoría en la aplicación de pruebas de impacto ambiental.

Disponible en <http://www.aphis.usda.gov/ppq/permits/biological/weedbio.html>

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

CATIE Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza



Mosca Blanca al Día

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

No. 46

Marzo, 2004



Nota editorial

Esta nota tiene un significado muy particular, y hasta emotivo y triste. Y es así, pues se trata de la última edición de este boletín, tras casi 12 años de aparición ininterrumpida y puntual, lo cual obedece a dos factores: a) la debilidad crónica, casi agónica, de la Red para implementar el Plan de Acción para el Manejo de las Moscas Blancas y Geminivirus en Iberoamérica y el Caribe, y b) mi desvinculación formal del CATIE, después de casi 14 años de servicio como entomólogo, debido a mi jubilación.

En realidad, debemos reconocer que el primer factor es el de mayor peso. Ya había sido evidente en los últimos talleres anuales, y culminó en el XI Taller, que debía efectuarse en Venezuela y que se canceló por varios motivos, entre los cuales pesó fuertemente la falta de apoyo económico de los gobiernos a los técnicos de cada país que asistirían a dicho evento. Con ello se rompió, de manera irreversible, una exitosa trayectoria de un decenio de talleres, rotativos entre los 23 países participantes en la Red.

Creemos que, en gran medida, esto se debe a la errada percepción —cargada de triunfalismo— de que los problemas con el complejo moscas blancas-virus ya han sido superados. Sin embargo, hay signos ominosos y, por el contrario, algunos casos ocurridos en Guatemala y Brasil en los últimos tres años nos advierten que podría haber problemas nuevos y complicados, de muy difícil resolución.

Al despedirnos, aprovechamos la ocasión para reconocer el apoyo de numerosos colegas y amigos de los países participantes en la Red (México, Guatemala, Belice, El Salvador, Honduras, Nicaragua, Costa Rica, Panamá, Cuba, Puerto Rico, Haití, República Dominicana, Colombia, Venezuela, Brasil, Ecuador, Perú, Chile, Uruguay, Argentina, España y Portugal), quienes en mayor o menor medida colaboraron en este valioso esfuerzo.

No obstante, deseamos anunciar que, para responder a las nuevas demandas de los países, este boletín posiblemente dará paso a uno nuevo, de carácter más amplio y diverso, dedicado a problemas fitosanitarios asociados con vectores de importancia agrícola y que, dada su importancia, por supuesto que incluirá al complejo moscas blancas-virus.

Como testimonio de nuestra labor quedan, además de los 46 números de este boletín, tres amplios artículos publicados en la revista *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología* que sintetizan los aportes de la Red. Además, abundantes recuerdos de momentos muy gratos, algunos de los cuales hemos querido recoger en las fotografías que aparecen en esta edición.

En medio de nuestra tristeza, permanece la satisfacción del deber cumplido, para beneficio de los agricultores de nuestro continente, así como la alegría de haber compartido anhelos e incertidumbres con tantos colegas y amigos. Y tan solo nos resta decir, desde lo más profundo de nuestro corazón: ¡Muchas gracias!



Foto 1. El Plan de Acción desde su inicio tuvo como eje estratégico el beneficio de los agricultores del continente, mediante la validación y transferencia de esquemas y tecnologías de manejo integrado de plagas (MIP)



Foto 2. El Taller Anual fue realizado de manera rotativa entre los países, durante 10 años, y siempre tuvo una concurrencia cercana a 100 personas, lo cual permitió el intercambio de información novedosa entre investigadores y extensionistas



Foto 3. En el VIII Taller, realizado en Recife, Brasil, el Comité Organizador entregó al CATIE una placa de reconocimiento por su papel en la coordinación del Plan de Acción



Foto 4. Hubo oportunidades para presentar los avances y logros del Plan de Acción en congresos de relevancia mundial, tanto en EUA como en Europa



Foto 5. Uno de los mayores logros fue la estrecha relación con otras iniciativas continentales y mundiales, incluyendo la escritura de propuestas conjuntas con investigadores del mundo desarrollado. En la foto aparecen el Dr. Joseph Saunders (qepd), quien desde el CATIE apoyó incondicionalmente el Plan de Acción, así como los doctores David Byrne y Judy Brown (Universidad de Arizona) y Douglas Maxwell (Universidad de Wisconsin-Madison)



Foto 6. Asimismo, este tipo de relaciones permitieron que dichos investigadores enriquecieran con sus aportes el Taller Anual e incluso realizaran pasantías en nuestros países, como el Dr. Dan Gerling, de Israel (máxima autoridad mundial en moscas blancas) lo hiciera en Costa Rica en 2001



Foto 7. En Costa Rica, al igual que en otros países, los métodos de investigación participativa permitieron trabajar con grupos organizados de agricultores de escasos recursos e incrementar su capacidad para la toma de decisiones de manejo del complejo moscas blancas-virus

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

CATIE Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza



Comité de la OMC aprobó directrices sobre equivalencia



En la XXIX Reunión del Comité de MSF participaron 31 Estados Miembros del IICA.

Argentina lideró la discusión y la presentación de propuestas para llegar a documentos de consenso.

Después de un largo y exhaustivo trabajo de casi cuatro años de discusiones técnicas y negociaciones, en forma unánime el Comité de Medidas Sanitarias y Fitosanitarias de la Organización Mundial del Comercio (OMC) aprobó, durante su reunión del 17 y 18 de marzo, la última aclaración pendiente sobre las directrices de equivalencia. Las cuales buscan entre otros objetivos, la facilitación del comercio para el sector privado y la eliminación de la duplicidad de controles.

De esa forma, los países culminaron el trabajo en equivalencia al aprobar la aclaración sobre el párrafo 5 de las directrices, que hace referencia al comercio histórico: "El Miembro importador deberá acelerar el procedimiento de determinación de la equivalencia con respecto a los productos que haya importado tradicionalmente del Miembro exportador." Esto permitirá, bajo condiciones adecuadas, que el sector privado se vea beneficiado con acuerdos de equivalencia implementados de manera acelerada.

Las directrices consideran la equivalencia para una medida específica, varias medidas para un producto determinado o una categoría determinada de productos, o incluso para la totalidad del sistema. La cantidad y complejidad de los acuerdos de equivalencia no dependen solo de la confianza y calidad de los servicios oficiales, depende también, en gran medida, de la capacidad de inversión y mantenimiento de altos estándares de sanidad e inocuidad que el sector privado establezca en sus actividades productivas.

Las directrices no duplican el trabajo realizado por las organizaciones internacionales de referencia; por el contrario, apoyan la implementación de las normas ya existentes e instan a los países miembros a participar activamente en estos foros. Asimismo, considera la posibilidad de utilizar la cooperación técnica para culminar procesos de equivalencia.

Los temas pendientes

Algunas naciones, encabezadas por Chile, han considerado estratégico elaborar de manera similar al tema de equivalencia, directrices que orienten la aplicación práctica y la facilitación de los procesos de reconocimiento de áreas libres. Perú, Argentina, Uruguay, y México mostraron interés en profundizar la discusión y promover la implementación de este tema.

La discusión en este sentido apenas inicia; diferentes aspectos continuarán en debate -como la normativa existente, las características propias de un proceso de reconocimiento de áreas libres, el trabajo desempeñado hasta ahora por las organizaciones in-

ternacionales de referencia, el tiempo que tardan algunos países en reconocer los esfuerzos de otros miembros para establecer áreas libres, y otros ---.

Este tema es de gran importancia para los países de las Américas, en donde el sector privado ha realizado esfuerzos en el control y erradicación de plagas y enfermedades de importancia económica (tales como la fiebre aftosa, la mosca de la fruta, el cancro cítrico, la peste porcina clásica etc.)

Con respecto al Trato Especial y Diferenciado, después de adoptar en principio la propuesta de Canadá en la reunión de abril de 2003, los países han mantenido una discusión sobre los procedimientos a implementarse en los procesos de notificación para llevar a cabo dicha propuesta. Un grupo de países, cuya vocería ejerció Jamaica, incorporaron observaciones que buscan el consenso y aprobación de naciones que habían manifestado reservas sobre la propuesta en discusión. Para la próxima reunión del Comité, se espera poder aprobar el documento y contar con un nuevo instrumento orientado a la implementación del Trato Especial y Diferenciado.

Los Países Miembros informan

Argentina presentó informes sobre la fiebre aftosa, la peste porcina clásica y el cancro cítrico. China y Canadá informaron sobre influenza aviar y Estados Unidos sobre la EEB. México hizo una declaración sobre sus políticas de importación de carne de pollo y res provenientes de Estados Unidos.

Participación de los Estados Miembros del IICA

- El 91% de los países miembros del IICA (31 de 34) se hizo presente en la XXIX Reunión del Comité MSF
- El 100% de los países miembros del IICA que asistieron se hicieron presentes con expertos de "Capital"
- 25 países con 38 especialistas de "Capital" asistieron con el apoyo del Programa del IICA-USDA, dirigido a fortalecer la participación nacional activa ante el Comité MSF. Esta fue la quinta reunión consecutiva de apoyo
- Se realizaron 8 declaraciones de países, 7 de ellas fueron de naciones de las Américas.
- Se revisaron 6 nuevos casos comerciales, en 4 de ellos países de las Américas realizan la consulta. Se discutieron 12 casos comerciales anteriores, en 9 de ellos un país de las Américas realizó la consulta. Destaca la de Colombia y Papua y Nueva Guinea a Alemania sobre los niveles máximos de Ocratoxina A en el café soluble y tostado, Colombia obtuvo el apoyo de 12 países, 11 de ellos de las Américas

Preocupaciones comerciales entre los Miembros

En la XXIX Reunión del Comité de Medidas Sanitarias y Fitosanitarias de la OMC, los países Miembros realizaron consultas sobre conflictos comerciales¹



De origen zoonosario

- 1 Argentina/Panamá: Restricciones impuestas por Panamá a productos lácteos de países con fiebre aftosa (FA).** La Argentina expresó su preocupación por unas normas establecidas recientemente que no son compatibles con las de la OIE y que prohibirán la importación de productos lácteos de países con FA.

Panamá respondió que se habían celebrado reuniones bilaterales y que esta preocupación se había transmitido a la capital. Seguirá trabajando sobre este tema con la Argentina. **Caso nuevo²**
- 2 Argentina/EE.UU.: Prohibición de los EE.UU. del uso de materiales especificados de riesgo y prescripción sobre ganado inmovilizado.** Argentina afirmó que la prohibición entró en vigor de forma inmediata, sin permitir que se presentaran observaciones, y no se tomó en cuenta que Argentina estuviese libre de EEB.

Los EE.UU. Señaló que las medidas entraban en vigor de inmediato, pero con un plazo simultáneo para la recepción de comentarios. Se había pedido a los miembros que presentaran observaciones, y países sin un caso documentado quizá quisieran proseguir otras opciones. **Caso nuevo / Notificación G/SPS/N/USA/844**
- 3 Comunidades Europeas (CE)/India: Restricciones de la India a la importación de aves vivas y carne fresca y sus productos derivados debido a la influenza aviar (IA). Apoyado por los EE.UU.** La CE dijo que las medidas adoptadas en febrero contra la IA dieron lugar a un bloqueo injustificado de productos de todos los países de la CE. Indicó que la CE está libre de la variedad de IA encontrada en Asia. No hubo ninguna notificación previa y las medidas tomadas iban en contra del Artículo 7 y el Anexo B del Acuerdo sobre MSF.

La India respondió que la actual epidemia mundial de IA sumamente patógena exigía que se tomaran medidas temporales, las cuales permanecerían en efecto durante 6 meses o hasta que la situación estuviera completamente controlada. El objetivo de las medidas era proteger la salud pública y la viabilidad de operaciones pequeñas. **Caso nuevo.**
- 4 México: Exportaciones de productos cárnicos y avícolas de los EE.UU.** México anunció que estaba reanudando las importaciones de carne vacuna fresca de animales con menos de 9 meses de edad y carne vacuna deshuesada de animales con menos de 30 meses de edad. También se reestablecerían las importaciones de productos de pollo y pavo de 39 Estados, pero no de Estados afectados por la IA.

Los EE.UU. señalaron que procuraría proporcionar a México la información científica más actualizada sobre los productos en cuestión para reestablecer el comercio. **Caso nuevo - informativo**
- 5 Argentina/Indonesia: Restricciones de Indonesia a la importación de productos agrícolas debido a la fiebre aftosa.** Argentina señaló que una delegación de Indonesia había visitado el país y se estaban levantando las restricciones a los productos lácteos. Creía que el problema ya se había resuelto satisfactoriamente.

Indonesia observó que, después de una visita de inspección, se había concluido que el servicio nacional, SENASA, estaba ejecutando las medidas de fiebre aftosa necesarias, tal y como la OIE lo había establecido, y se había hecho una lista de las plantas procesadoras autorizadas para exportar. **Visto el 11/2001, 06/2003, 10/2003 (Acceso 6, 12, 13)**
- 6 Argentina/CE: Condiciones sanitarias de la CE para la importación de material vivo para la apicultura. Apoyado por los EE.UU.** Argentina declaró que las normas propuestas no tomaban en cuenta el hecho de que ciertos Estados están libres de los parásitos en cuestión. Además, las normas exigían un procedimiento de importación que era muy difícil de ejecutar, por la estacionalidad.

La CE contestó que las dos plagas eran difíciles de erradicar una vez establecidas y que el objetivo de las medidas era mantener su condición de territorio de libre de plagas. Las abejas recibidas de países fuera de la CE deberían ir acompañadas de un certificado sanitario oficial. **Visto en 10/2003 (Acceso 13)**
- 7 CE: La regionalización y el reconocimiento de la condición de "libre de enfermedades de animales".** La CE reiteró su preocupación por la falta de reconocimiento de regionalización de algunos países con respecto a la FA y la IA. Algunos Estados habían experimentado efectos comerciales negativos a pesar de la ausencia de enfermedades, otros seguían sujetos a restricciones a pesar de haber sido declarados oficialmente libres de enfermedades. Solicitó cumplimiento del Artículo 6 del Acuerdo sobre MSF. **Visto en diversos casos referentes a regionalización.**

1. Esta síntesis no es extraída de un documento oficial, el mismo será preparado por la Secretaría del CMSF de la OMC.

2. Meses y años en que se ha discutido el tema en el CMSF de la OMC, y # del Boletín Acceso en donde se hace referencia. O código de notificación.

8 EE.UU. y Canadá/CE: Prescripciones sobre los subproductos de origen animal de la CE. Tanto los EE.UU. como Canadá señalaron que, a pesar de una demora de un año en su ejecución, muchos asuntos quedaban pendientes. La falta de transparencia dificultaba su ejecución, especialmente para países no miembros de la CE. Los países instaron a la CE a dar otra aclaración acerca de las evaluaciones de riesgo y medidas de implementación que permitirían que el comercio existente siguiera sin interrupción.

La CE respondió que seguía abordando el asunto y que, después de una decisión técnica, se les había notificado a los miembros de la CE que siguieran importando de países no miembros de la CE por el momento. Todavía no había recibido el estudio científico sobre la gelatina y seguiría intercambiando opiniones sobre la ejecución práctica de esta reglamentación. **Visto en 04-06-10/2003 (Acceso 11, 12, 13)**

De origen fitosanitario

9 China/EE.UU.: Norma de los EE.UU. sobre la importación de plantas miniaturizadas artificialmente en medios de cultivo. China reiteró que los requisitos actuales para las importaciones de plantas vivas medianas y enanas eran innecesarios e impracticables. Se habían propuesto medidas alternativas y se había buscado una resolución oportuna, especialmente en vista de que este asunto había estado sobre el tapete por tanto tiempo.

Los EE.UU. informaron que se había completado una evaluación de riesgo y una regla final, la cual autorizaba la importación de 5 variedades. Esto permitía que China tuviera mayor acceso a los EE.UU. para plantas seleccionadas en macetas con menos de dos años de edad. Las plantas enanas, de mayor riesgo, todavía debían cumplir con las reglas de cuarentena especificadas. **Caso nuevo.**

10 EE.UU./India: Transparencia falta de notificación de la India con respecto a nuevas medidas sobre las almendras y el material de embalaje de madera sólida. Preocupaciones adicionales de la CE, Canadá, Chile y Nueva Zelanda. Varios países señalaron que los nuevos requisitos para las importaciones, implementados en enero y febrero de este año, no habían sido enviados a la OMC para su notificación hasta marzo y no se había dado tiempo para observaciones. Los EE.UU. indicó que la fumigación de las almendras no era compatible con información científica sobre tratamientos aceptables y los requisitos de material de embalaje y no eran consecuentes con la NIPF 15. La CE consideró que había habido una amplia gama de restricciones a las importaciones que tampoco eran compatibles con las normas internacionales. Canadá expresó su preocupación acerca de las restricciones a los frijoles y las lentejas, Chile acerca de productos frutales y Nueva Zelanda con respecto a la notificación oportuna para ayudar a mitigar las repercusiones en el comercio.

La India respondió que el objetivo de las acciones tomadas era simplificar el régimen de cuarentena para plantas, consolidar las medidas y facilitar el comercio. Se estaban haciendo esfuerzos para que las importaciones no se interrumpieran. Con respecto a preocupaciones específicas, la India aceptó intercambiar documentos de investigación sobre los requisitos en materia de sustancias para fumigar almendras, los materiales de embalaje de embarques no agrícolas seguirían la NIPF 15. En cuanto a las preocupaciones de la CE, la India declaró que todos los reglamentos se basaban en principios científicos y evaluaciones de riesgo. Se habían propuesto opciones a Canadá para los frijoles y las lentejas, y, en el caso de Chile, se requería una declaración oficial sobre la ausencia de la mosca de la fruta. Dijo estar anuente a discusiones bilaterales con Nueva Zelanda. **Caso nuevo.**

11 EE.UU./China: Transparencia y falta de notificación de China acerca de MSF. Los EE.UU. expresó su preocupación por la ausencia de notificaciones de China para las MSF en unos 60 productos, que en algunos casos incluía requisitos de certificación sin notificación previa. Este tema se había planteado en ocasiones anteriores, y como un elemento dentro del proceso de transición.

China señaló que estaba consciente de sus responsabilidades y que había estado realizando grandes esfuerzos. Se habían notificado unas 213 medidas y estaba a punto de presentar medidas adicionales. Señaló que algunas de las notificaciones hechas no eran obligatorias pero se habían hecho con el fin de ser transparentes. **Caso nuevo.**

12 Nueva Zelanda/Japón: Restricciones de controles oficiales del Japón. Preocupaciones adicionales de EE.UU. y la CE. Los países indicaron que era un asunto de armonizar las leyes fitosanitarias con las normas internacionales de larga data. Nueva Zelanda había hecho una presentación formal y esperaba que el estudio nacional no condujera a retrasos adicionales. Los EE.UU. expresó preocupaciones en el sentido de que las importaciones estaban sujetas a tratamientos de fumigación para plagas que existen en el Japón y no cumplía las disposiciones de control oficial de la CIPF.

El Japón señaló que las discusiones técnicas tendrían que llevarse a cabo caso por caso. Se habían implementado pruebas de cuarentena vegetal y se estaba considerando la posibilidad de designar 39 plagas como plagas no cuarentenarias. Recibía con beneplácito las observaciones de grupos y países externos como parte de su proceso de análisis consultivo. **Visto en 06-11/2002, 03-06-10/2003 (Acceso 9, 10, 11, 12, 13)**

13 Argentina/Venezuela: Restricciones de Venezuela a las importaciones de papa, ajo y coliflor. Argentina afirmó que, aunque el asunto estaba por resolverse, se había preparado un documento técnico e intercambiado criterios científicos de los puntos clave.

Venezuela respondió que había recibido el documento técnico y seguiría trabajando en el asunto con la esperanza de llegar a una conclusión satisfactoria. **Visto en 03-07-10/2001, 03-06/2002, 03-06-10/2003 (Accesos 4, 6, 8, 9, 11, 12, 13)**

14 Brasil/Japón: Restricciones del Japón a los mangos. Apoyado por la India. Brasil señaló que el proceso de evaluación había entrado en una nueva fase y se esperaba que diera lugar al establecimiento de un protocolo de comercio. La India declaró que el proceso había durado 10 años y que había suministrado información que esperaba resolvería el problema favorablemente.

Japón indicó que las autoridades estaban redactando procedimientos y requisitos técnicos que serían entregados a Brasil cuando estuvieran disponibles. Con respecto a la India, todavía no había recibido los datos técnicos solicitados acerca de su condición en cuanto a las plagas. **Visto en 06-10/2003 (Acceso 12, 13)**

15 Uruguay, Argentina, Chile y Bolivia: Implementación de la NIPF 15. Los países dijeron que no estaban cuestionando la base científica ni el componente técnico de la norma, sino los plazos necesarios para su ejecución. Los países afirmaron que una ejecución más gradual era necesaria para asegurar el cumplimiento. **Visto en 13/2003 (Acceso 13)**

Relacionadas con la inocuidad de alimentos

16 CE/EE.UU.: Exclusión de Francia de la lista de países autorizados para exportar ciertos productos cárnicos a los EE.UU. La CE señaló que aunque esta medida se había adoptado después de visitas de inspección y un intercambio técnico sobre normas de salud, se consideraba que la medida no se adecuaba al Acuerdo sobre MSF.

Los EE.UU. respondieron que las acciones adoptadas eran necesarias para cumplir con las normas establecidas para la importación de carne y que se habían realizado inspecciones previas y discusiones técnicas. Se había solicitado un plan de acción pero no lo había recibido. **Caso nuevo**

17 EE.UU./CE: Rastreabilidad y etiquetado de organismos, alimentos y piensos genéticamente modificados de la CE. Apoyado por Canadá, la Argentina y Australia. Los EE.UU. reiteraron sus preocupaciones acerca de las normas de la CE para productos de la biotecnología que entrarían en vigor en breve. Solicitó que se retrasara su ejecución hasta que estuvieran disponibles, y se pudieran compartir, procedimientos para el muestreo y pruebas. Otras preocupaciones son por la falta de justificación científica, la naturaleza discriminatoria de los reglamentos sobre productos de la biotecnología y los requisitos reglamentarios onerosos que restringían el comercio más de lo necesario.

La CE contestó que las medidas entrarían en vigor una vez abordadas todas las disposiciones prácticas. El etiquetado es necesario para la rastreabilidad al igual que la transparencia. Las medidas propuestas permitirían a los consumidores europeos tener más opciones a la hora de comprar y crearían un entorno competitivo en lugar de inhibir el comercio. También permitirían retirar productos que podrían producir un riesgo imprevisto para la salud y el ambiente. Otras preocupaciones expresadas serían transmitidas para mayor análisis. **Visto el 1998/1999/2000/2001, 03-06-11/2002, 04/2003 (Acceso 6, 8, 9, 10, 11)**

18 EE.UU./Corea: Directrices de Corea sobre la detección de los límites máximos de residuos. Apoyado por Australia, Nueva Zelanda, Canadá y la CE. Los EE.UU. declararon que el problema todavía no había sido resuelto satisfactoriamente. Solicitó una aclaración de cómo la nueva propuesta que se había elaborado cumpliría con el Acuerdo sobre MSF. Otros países señalaron que el costo de las pruebas requeridas podría exceder en mucho los costos reales y que las pruebas discriminaban contra los productos importados.

Corea respondió que los cambios al sistema de pruebas actual pronto serían completados y reducirían el costo de las mismas. El país estaba haciendo sus mejores esfuerzos para terminar lo más pronto posible, pero tomaría nota de las preocupaciones expresadas y las transmitiría a las autoridades correspondientes. **Visto el 10/2003 (Acceso 13)**

19 Colombia y Papua Nueva Guinea/Alemania: Medidas adoptadas por Alemania para el café. Apoyado por Nicaragua, Brasil, Cuba, la India, Guatemala, México, Ecuador, Bolivia, República Dominicana, El Salvador, Costa Rica y Perú. Colombia afirmó que las preocupaciones planteadas anteriormente acerca de la ocratoxina A en el café no habían sido contestadas. Varios países indicaron que los límites máximos de residuos (LMR) creaban obstáculos al comercio, eran arbitrarias y discriminatorias, y no tomaban en cuenta las obligaciones en materia de trato especial y diferenciado. Algunos observaban una tendencia por parte de la CE de adoptar mayores LMR sin suficiente justificación científica. El Codex Alimentarius resumió las actividades sobre ocratoxina A en diversos foros.

La CE respondió que el asunto era objeto de mucha discusión, Alemania fijó LMR para el café, debido a que no había niveles establecidos dentro de la CE, otros Estados Miembros deberían abstenerse de hacerlo hasta que se fijaran las normas de la Comunidad. Para finales de año, la CE esperaba establecer normas para los vinos, jugos de fruta y café tostado y soluble, e indicó que cualquier medida tomada sería respaldada con justificación científica adecuada. Hasta la fecha, la CE no había recibido notificación alguna en el sentido de que Alemania había rechazado embarques de café colombiano debido a niveles excesivos de ocratoxina A. **Visto el 10/2003 (Acceso 13)**

20 Bolivia/CE: Límites de aflatoxina establecidos por la CE para las nueces de Brasil. Bolivia afirmó que se habían celebrado consultas bilaterales que conducirían a una visita y a las primeras etapas de un sistema de certificación.

La CE indicó que había habido un excelente intercambio de información sobre los procedimientos de control y certificación. La CE seguiría cooperando sobre este asunto. **Visto el 1999, 2000, 2001, 03-06-11/2002, 03-06/2003 (Acceso 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12)**

Fechas importantes para la próxima reunión del Comité de MSF:

30 de Abril	Fecha límite para que los Miembros envíen observaciones sobre el documento G/SPS/W/132/Rev.3, referente a Transparencia en el Trato Especial y Diferenciado.
23 de Mayo 2004	Identificación de nuevos puntos para el monitoreo de procedimientos.
10 de Junio 2004	Tiempo límite para solicitar la incorporación de puntos específicos en la agenda del Comité.
10 de Junio 2004	Distribución de la agenda tentativa para la reunión del CMSF de la OMC (Aerograma de la Secretaría).
21-22-23 de Junio 2004	Reunión Informal y Reunión XXX del CMSF de la OMC.

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: sanagro@iica.ac.cr
 www.infoagro.net/salud
 www.iica.int

Agricultura orgánica: del sueño de unos locos a propuesta de desarrollo nacional

José Antonio Chaves

Movimiento de Agricultura Orgánica Costarricense (MAOCO)

Al igual que en otros países, la producción orgánica ha venido creciendo en Costa Rica —desde hace poco más de 13 años— por iniciativa de pequeños productores en todo el territorio nacional. En general, un gran número de productores incursiona en la agricultura orgánica por iniciativa propia, apoyándose en las experiencias de otros productores, recuperando las técnicas de sus abuelos o antepasados y complementando estos conocimientos con su propia experimentación, muchos de ellos tildados de “locos” por aventurarse a producir de manera diferente a la convencional. Algunos, sobre todo los indígenas, producen orgánicamente por tradición y necesidad, sin conocer con antelación los requisitos de las certificaciones del mercado. Muchos productores han sido apoyados en el proceso de conversión por organizaciones no gubernamentales (ONG) que trabajan el tema del desarrollo rural, por algunas universidades que han implementado proyectos puntuales de investigación en fincas y, en muy pocas ocasiones, por técnicos del sector público agropecuario comprometidos con la producción orgánica o ecológica a nivel personal.

Hacia un movimiento y una estrategia nacional

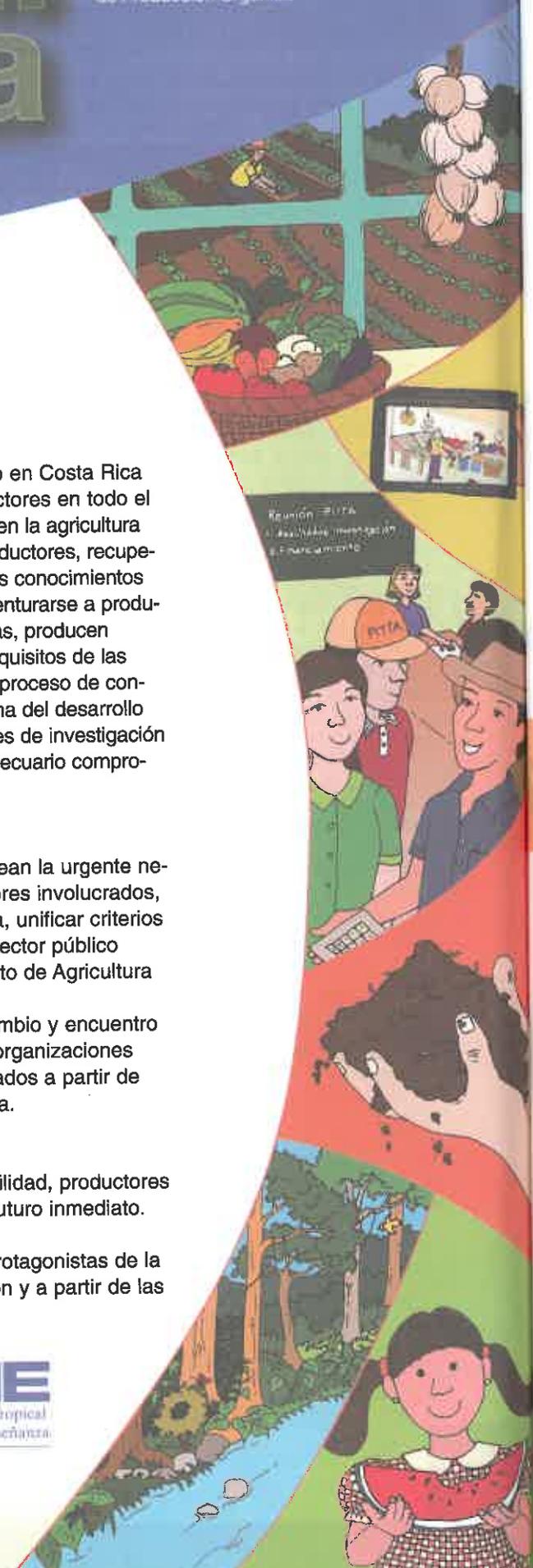
La riqueza y diversidad propias de la actividad orgánica en el país plantean la urgente necesidad de implementar acciones concertadas entre los diferentes sectores involucrados, lo que a su vez permitiría articular la actividad de la producción orgánica, unificar criterios y potenciar esfuerzos, y rescatar el espacio de participación activa del sector público agropecuario en este campo; es por esa razón que se crea el Movimiento de Agricultura Orgánica Costarricense, MAOCO.

Definimos el Movimiento como un espacio de concertación, intercambio y encuentro entre diferentes actores de la agricultura orgánica del país, una red de organizaciones creada para facilitar la relación, el apoyo mutuo y la visión común, gestados a partir de una identidad con esta forma de vida que llamamos Agricultura Orgánica.

El MAOCO y la Estrategia Nacional para la Producción Orgánica

Con la convicción de que tenemos entre manos una enorme responsabilidad, productores y productoras orgánicos hemos asumido el desafío de pensar nuestro futuro inmediato. Esta es el alma de la Estrategia Nacional de Agricultura Orgánica.

Se trata de un proceso conducido y desarrollado por los mismos protagonistas de la agricultura orgánica, tanto hombres como mujeres que, región por región y a partir de las



experiencias locales, va estableciendo estrategias conjuntas a 10 años plazo, propuestas responsables y lo suficientemente realistas y concretas. Estas propuestas marcan la pauta a la hora de negociar con autoridades, con fuentes de financiamiento o con organismos de desarrollo, sirven como marco para el fortalecimiento de lazos y relaciones entre productores y organizaciones y dinamizan el Movimiento.

Elementos positivos de este proceso

Muchos son los elementos positivos que vienen desarrollándose en esta propuesta; entre ellos podemos destacar:

- Una tasa elevada de participación activa y propositiva de productores y productoras en todas las regiones.
- La agricultura orgánica permite una participación mucho más igualitaria de hombres y mujeres, por carecer de riesgos de contaminación y ser una forma de producir en la cual la mano de obra familiar es un recurso indispensable; con ello la participación de los jóvenes también gana nuevas posibilidades.
- La construcción de la Estrategia Nacional de Agricultura Orgánica, en tanto constituye un conjunto de propuestas surgidas desde las mismas regiones, y en tanto busca un diálogo activo y propositivo con autoridades y responsables de políticas agropecuarias, configura un hito importante de la sociedad civil costarricense: ante el dismantelamiento estatal y el vacío de políticas de fomento a la producción, surge con fuerza un sector organizado, con capacidad de desarrollar y orientar agrocadenas productivas con un mercado nacional e internacional en crecimiento.
- Lejos de ser un discurso o una moda, la producción sostenible aquí se concreta mediante múltiples formas de producción integral, armoniosa con la naturaleza y justa.
- Nuestro compromiso con la biodiversidad puede convertirse de pronto en una estrategia política, especialmente en un país y una región que poseen más riqueza biológica que la encontrada en todo el territorio de los Estados Unidos.
- Se trata de un proceso amplio, donde los productores y productoras no sólo participan, sino que conducen, proponen y negocian su propia visión y sus visiones para el futuro; un proceso responsable, porque mira a largo plazo y porque sus proponentes se asumen como parte de la solución y no simplemente como receptores pasivos.

Noticias

Inauguración del Centro de Acopio de Hortalizas Orgánicas APODAR-San Isidro, Costa Rica

El jueves 17 de junio se inauguró el Centro de Acopio de Hortalizas orgánicas de Alfaro Ruiz. La Asociación de Productores Orgánicos de Alfaro Ruiz (APODAR), liderada por su presidente Henry Guerrero, siente que la producción orgánica debe ser más que una estrategia para proteger el ambiente y la salud del consumidor, para convertirse en una

estrategia que fortalezca al pequeño productor para aumentar la sostenibilidad económica y social. Para esto, es necesario que los productores tengan un mayor control sobre los procesos de comercialización de sus productos.

En visita a la fábrica de abono orgánico y los viveros de producción de almácigos en CoopeBrisas, Henry, productor de hortalizas orgánicas desde hace más de 12 años, nos muestra las avanzadas tecnologías desarrolladas y nos comenta que, a pesar de los logros alcanzados, ellos sienten que no son suficientes y que es necesario continuar teniendo un mayor control del proceso productivo, desde la finca hasta el mercado.

El nuevo Centro de Acopio, ubicado en Tapezco, acopiará las hortalizas de la zona, y comercializará directamente con los supermercados del país.



Centro de Acopio APODAR-San Isidro (foto de Jonathan Castro)



Determinación de la inocuidad de biofermentos a partir de boñiga, suero de leche y melaza



Lidieth Uribe, CIA/UCR, Henry Guerrero, APODAR y Gabriela Soto, CATIE.

Los biofermentos son fertilizantes foliares ampliamente utilizados en agricultura orgánica, sobre todo en café y hortalizas. Las recetas de los biofermentos varían según los productores y los materiales disponibles en la zona pero, en su mayoría, todos se preparan a partir de estiércol animal, melaza y suero de leche, utilizando en algunos casos microorganismos aceleradores, fermentados por un período de entre 30 y 40 días.

En octubre del 2002, al entrar en vigencia la normativa orgánica NOP CFR7 del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA), todos los productores que exportaban sus productos orgánicos a ese país se toparon con la sorpresa de que no podían seguir utilizando los biofermentos. El artículo 205.203, inciso (c), 1 y 2, establece que las excretas animales sin compostar pueden ser aplicadas únicamente incorporadas al suelo 120 días antes de la cosecha en el caso de que el producto comestible toque el suelo, y 90 días antes de la cosecha si el producto comestible no toca el suelo. Además, establece como condiciones de compostaje una relación carbono: nitrógeno de 25-40:1, una temperatura mínima de 55 °C a 75 °C por cinco días en pila estática, o 15 días con tres volteos. La justificación para esta normativa es fundamentalmente evitar el riesgo de contaminación de los consumidores de productos orgánicos por patógenos existentes en las excretas frescas.

Siendo la inocuidad la mayor motivación para esta normativa, y por supuesto un tema prioritario para los productores de nuestras regiones —no solo por los consumidores, sino también por los productores mismos que elaboran estos abonos—, se consideró necesario evaluar la inocuidad de los biofermentos utilizados. Para ello, se determinaron las poblaciones de coliformes totales y coliformes fecales, *Escherichia coli* y *Salmonella* sp., en los biofermentos utilizados por los productores de



Biofermentos en granja avícola Santa Marta (foto de G. Soto)

hortalizas de la organización APODAR de Zarcero, Costa Rica. En un muestreo realizado como evaluación preliminar, se determinó que tanto las muestras sujetas a diferentes manejos (enriquecidas con nutrientes B, Mg, P) como las de diferentes edades y procedencias no presentaron *E. coli* o *Salmonella* sp. Todas las muestras contenían altas poblaciones de *Lactobacillus*, microorganismo presente en el suero de la leche y en la mezcla de microorganismos utilizada por los productores. Esta bacteria es responsable de la fermentación láctica y acética de diferentes materiales. El bajo pH y la competencia con microorganismos como *Lactobacillus* son probablemente los responsables de la ausencia de coliformes fecales en los biofermentos evaluados.



Preparación de biofermentos y muestreo para evaluación de inocuidad en APODAR (foto de G. Soto)

Dos de los fermentos estudiados catalogados como de "mala calidad" por los productores presentaron valores de pH mayores a 6, y si bien no contenían coliformes fecales, uno de ellos sí presentó coliformes totales. En ambos casos, la flora microbiana presente era muy variada, a diferencia de los fermentos con bajo pH, donde predominaron las cepas de *Lactobacillus*. De evaluarse si el pH del biofermento puede utilizarse como un indicador de calidad, este hallazgo resulta muy atractivo al tratarse de un parámetro muy fácil de determinar por los productores.

Los investigadores y productores que colaboraron en este ensayo instan a productores e investigadores de otras zonas a documentar evaluaciones de este tipo, para eventualmente, con suficiente evidencia, solicitar una revisión de la normativa NOP en lo que se refiere a la utilización de biofermentos para la producción orgánica certificada para el mercado de Estados Unidos.

Ya productores orgánicos de Estados Unidos han solicitado una revisión de la normativa referente al té de compost y vermicompost a la Junta Nacional de Normas Orgánicas de los Estados Unidos (NOSB por sus siglas en inglés). La revisión final y las recomendaciones fueron publicadas en el sitio del NOP el 6 de abril del 2004 (www.ams.usda.gov/nosb).

Publicaciones



1. Control Biológico de Plagas Agrícolas. Editores: M. Carballo y Guharay, F. 2004. Manual Técnico no. 53. CATIE. El libro es una completa recopilación sobre las diferentes técnicas de control biológico utilizadas actualmente por productores en toda América Latina, desde bacterias, hongos, nematodos y virus entomopatógenos, hasta parasitoides, depredadores y técnicas como extractos botánicos y feromonas. El libro describe

los diferentes organismos, su modo de acción y de manejo.

Costo del libro: \$ 5 más el costo de envío. Para más información, comunicarse con la Biblioteca Conmemorativa Orton del CATIE, al teléfono 558-2416 o al correo vetapub@catie.ac.cr.

2. La Agricultura Ecológica en el Perú. Balance 1980 – 2003. Autor: Fernando Alvarado de la Fuente del Centro IDEAS y la RAE-Perú (Red de Agricultura Ecológica). Para mayor información, comunicarse al correo electrónico bioferdi@hotmail.com.

Futuros eventos de producción orgánica

16 al 19 de agosto, 2004

IV Encuentro Nacional de Agricultores Experimentadores e Investigadores en Producción Orgánica. "La finca integral: una propuesta local para un desarrollo global"

CATIE, Turrialba, Costa Rica.

ORGANIZA: PITTA Costa Rica.

Para mayor información, diríjase a:

IVEncuentro@hotmail.com ó

gabisoto@catie.ac.cr.

29 de noviembre al 3 de diciembre, 2004

II Encuentro Mesoamericano y del Caribe de Agricultores Experimentadores e Investigadores en Producción Orgánica, en La Habana, Cuba. Siguiendo con el I Encuentro que se realizó en Costa Rica en agosto del 2003, Cuba cumple con su compromiso del organizar el II Encuentro. Esperamos contar con representantes de toda la región. Para mayor información, visite la página www.inca.edu.cu, o contacte al Dr. C. Angel Leiva Galán (aleyva@inca.edu.cu),

al Dr. Jorge A. Arzuaga Sánchez

(jarzuaga@inca.edu.cu),

o al Dr. C. José R. Martín Triana

(jmartin@inca.edu.cu).

27 al 30 de Septiembre, 2004

Primer Conferencia Mundial sobre el Sistema Biointensivo, en Costa Rica, y un curso de seis días coordinado por el maestro John Jeavons y un equipo de notables. Para mayor información, visite la página www.growbiointensive.org o contacte a Fernando Pia, Director del CIESA, www.proyectociesa.com.ar.



Revista Manejo Integrado de Plagas y Agroecología

- Resultados y experiencias de investigación
- Transferecia de tecnología
- Foro de discusión
- Boletines informativos de redes de investigación

Visítenos en:

<http://www.catie.ac.cr/revistas>

O escribanos a: cicmip@catie.ac.cr

Tel. (506) 558 2408

Publicada por el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE)

Sección Informativa

Futuros Eventos

7-12 agosto 2004

12th International Symposium on Insect-Plant Relationships (SIP), Berlin, Germany

Sede: Freie University of Berlin, Institute of Biology, Haderslebener Str. 9, D-12163 Berlin, Alemania

Información:

SIP Conference,
Correo electrónico: SIP12@zedat.fu-berlin.de
Fax: 49-30-8385-3897
Teléfono: 49-30-8385-3918

O bien, en el sitio
<http://www.biologie.fu-berlin.de/SIP12-Berlin/>

11-13 agosto 2004

25 Congreso de la Asociación Colombiana De Fito- Patología y Ciencias Afines (ASCOLFI)

Sede: Palmira, Valle, Colombia

Información:

ASCOLFI, Calle 37A #27-33, Palmira, Valle, Colombia.
Fax/teléfono: 57-92-275-0557
Correo electrónico: ASCOLFI@telesat.com.co

O bien, en el sitio
<http://www.telesat.com.co/ascolfi/eventos.htm>

06-10 setiembre 2004

International Symposium on the Research into Behaviour and Ecology of Aphidophagous Insects (Ecology of Aphidophaga 9)

Sede: Ceske Budejovice, República Checa

Información:

I. Hodek, Inst. Entomol. Acad. Sci., Branisovska 31, 37005
Ceske Budejovice, Czech Republic
Correo electrónico: Hodek@entu.cas.cz
Teléfono: 420-38-777-5322
Fax: 420-38-43625

O bien, en el sitio
<http://www.entu.cas.cz>

05-10 setiembre 2004

20th Brazilian Congress of Entomology

Sede: Gramado, RS, Brasil

Información: CBE, CP 177, CEP 95 200-000 Vacaria, RS, Brasil
Correo electrónico: cbe@xxcbe.com.br

O bien, en el sitio
<http://www.xxcbe.br>

26-30 setiembre 2004

8th International Symposium on the Biosafety of Genetically Modified Organisms

Sede: Montpellier, Francia

Información:

ISBGMO, Lab. of Plant Cell and Molecular Biol., INRA
Versailles, 78026 Versailles Cedex, France
Correo electrónico: isbgmo@versailles.inra.fr
Teléfono: 33-1-308-33730
Fax: 33-1-308-33728

O bien, en el sitio
<http://www.inra.fr/gmobiosafety/>

19-22 abril 2005

XIII Congreso Latinoamericano de Fitopatología, y 3rd Workshop of the Argentina Association of Plant Pathologists

Sede: Villa Carlos Paz, Córdoba, Argentina

Información:

S. Lenardon, Cno 60, Cuadras Km 5.5, X5020ICA
Córdoba, Argentina
Correo electrónico: SLenard@infovia.com.ar
Fax: 54-351-497-4330.
Teléfono: 54-351-497-5093.

04-07 abril 2005

IX Simposio internacional de Epidemiología de Virus en Plantas, "Applying Epidemiological Research to Improve Virus Disease Management"

Sede: Lima, Perú

Información:

Plant Virus Symposium, CIP, PO Box 1558
Lima 12, Perú
Correo electrónico: plant-virus-epidemiology-symp@cgiar.org
Fax: 51-1-317-5326
Teléfono: 51-1-349-6017

O bien, en el sitio
<http://cipotato.org/training/PlantVirusEpidemSymp05/>

www.catie.ac.cr

INSTRUCCIONES PARA LOS AUTORES

NATURALEZA

Manejo Integrado de Plagas y Agroecología es una revista que reúne y difunde aportes científicos y técnicos (planteamientos teóricos, resultados de investigación, experiencias prácticas y de transferencia de tecnologías) en los campos de la protección vegetal y la agroecología, con énfasis en la región neotropical.

La versatilidad de su contenido permite incluir, artículos científicos formales; foros; biografías sobre científicos notables; revisiones bibliográficas; recuentos sistematizados de experiencias prácticas y de transferencia de tecnología; diagnósticos fitosanitarios o agroecológicos; ponencias presentadas en eventos científicos; notas o comunicaciones breves; hojas técnicas; resúmenes de tesis; aportes metodológicos; y materiales de apoyo a la enseñanza. Asimismo, contiene boletines, secciones especializadas, reseñas bibliográficas y anuncios de eventos, en los cuales se puede participar.

ARBITRAJE

Cada artículo será revisado en su formato y presentación por la Editora, inicialmente, y luego remitido al menos a dos expertos en el tema tratado. Sus evaluaciones serán consideradas por la Editora y por Comité Editorial, para decidir sobre su aceptación. La Editora mantendrá informado al autor principal del artículo sobre la evaluación, para que aporte las aclaraciones o ajustes del caso, si las hubiere.

Instrucciones generales para la presentación de los escritos.

- Los artículos se publicarán en forma gratuita.
- Se aceptarán artículos escritos en español o portugués, solamente. En casos muy calificados (en los cuales sí habrá un costo por publicación, a convenir con el autor) se aceptarán artículos en inglés, pero deberá adjuntarse también una versión en español o portugués, consultándolo previamente con la Editora.
- El límite máximo de extensión es de 25 páginas impresas, a doble espacio, en letra tamaño 12, tipo Times New Roman, incluyendo las ilustraciones. Las páginas deben estar numeradas. Cualquier artículo que no satisfaga este requisito será rechazado *ad portas*, excepto en casos muy calificados, a juicio del Comité Editorial. El estilo debe ser directo y conciso, con párrafos cortos, y con criterio de exactitud y brevedad.
- Los artículos pueden enviarse a la Editora, a la dirección anotada abajo. Puede hacerse en cualquier procesador de textos, acompañado de la versión impresa, en dos copias. Deben incluirse también los archivos de las figuras. Si hay fotos, pueden enviarse en papel o en diapositiva, o bien escaneadas a 225 dpi, como mínimo.

- Cuando el trabajo lo amerite, se incluirán fotos a color. Sin embargo, se debe enviar la "separación de colores" lista para su impresión. Si esto no es posible, se requiere el envío de US\$ 30 por cada fotografía, para cubrir el costo de la separación de colores.
- Las abreviaturas se explican la primera vez que son utilizadas (por ejemplo: *Estados Unidos de América, EUA*), y a partir de allí se utiliza solamente la abreviatura. Los géneros de los binomios se escriben completos solo la primera vez que se mencionan; después, se anotarán de la siguiente manera: *B. tabaci*, *P. solanacearum*, etc.
- Se recomienda a los autores revisar la ortografía del manuscrito antes de enviarlo a revisión.

ESTRUCTURA DE LOS ARTÍCULOS

Dada la versatilidad en el contenido de la Revista, el formato para los textos que no corresponden a artículos científicos formales es bastante flexible. Al respecto, se sugiere basarse en artículos publicados en números recientes de la Revista o consultar con la Editora. Sin embargo, para los artículos científicos deben respetarse las siguientes normas.

TÍTULO

- Debe ser claro y conciso, reflejando en un máximo de 15 palabras, el contenido del artículo.
- No deben usarse nombres comunes, sino nombres científicos, y éstos no deben acompañarse de la ubicación taxonómica de la especie indicada, ni del nombre de la autoridad taxonómica.

AUTORES

- Debe haber congruencia en el uso de sus nombres y apellidos. Se recomienda utilizar solamente el primer nombre, la inicial del segundo y el primer apellido, lo cual facilitará las búsquedas en las bases de datos; además, es aconsejable evitar nombres compuestos (p.ej., Rodríguez-Maldonado), pues cuando hay varios coautores las citas bibliográficas se recargan demasiado.
- En una nota al pie se describen la filiación institucional y la dirección completa, incluyendo el código de correo electrónico de cada uno de los autores.

RESUMEN

- El cuerpo de todo artículo científico debe ser precedido por un *Resumen* no mayor de 250 palabras, acompañado de una versión en inglés (*Abstract*). Al pie de cada uno de ellos debe haber cinco *Palabras clave*, también traducidas

al inglés (**Keywords**) descriptivas del contenido del artículo. Ambos requisitos facilitan la difusión del artículo en los servicios bibliográficos internacionales. El resumen debe ser una versión sintética de los aspectos más relevantes de las secciones de *Métodos y materiales* y *Resultados*.

EL CUERPO DEL ARTÍCULO

- Se subdivide en las siguientes secciones: *Introducción*, *Métodos y materiales*, *Resultados* y *Discusión*, *Agradecimientos* y *Literatura citada*. No debe haber una sección de *Conclusiones*, pues éstas deben incorporarse en la *Discusión*.
- La *Introducción* presenta, en forma breve, los antecedentes e importancia del tema estudiado, e indica el objetivo de la investigación.
- *Métodos y materiales* contiene una descripción concisa de la metodología y materiales empleados, con un nivel de detalle suficiente como para que cualquier otro investigador pueda repetir los experimentos y verificar su validez. Para su organización, se recomienda subdividirlo en secciones tales como: *localización*, *tratamientos* y *diseño experimental*, *variables de respuesta* y *análisis estadístico*.
- *Resultados* presenta una descripción, en prosa, de las tendencias más sobresalientes detectadas en los experimentos, respaldadas por los resultados de los análisis estadísticos y compendiados en cuadros y gráficos. Es recomendable incluir también hechos negativos, lo cual podrían evitar a otros investigadores incurrir en errores metodológicos innecesariamente.
- *Discusión* analiza de manera crítica, a partir de la hipótesis que originó la investigación, los resultados obtenidos, comparándolos con los de otros autores. Además, resalta los principales hallazgos y conclusiones, así como su valor científico o técnico. Puede incluir recomendaciones de tipo metodológico o aplicado.
- Los *agradecimientos* recogen los nombres, sin títulos académicos, de las personas o instituciones que contribuyeron en aspectos claves de la investigación.
- *Literatura citada* enumera únicamente las fuentes bibliográficas consultadas mencionadas en el texto, incluyendo citas de internet.
- Puesto que el formato de una cita bibliográfica varía según el tipo de fuente, y también según las revistas, se recomienda revisar un número reciente para observar las modalidades empleadas en la Revista.

- Aunque la lista de citas debe hacerse en orden alfabético, nótese que en el texto del artículo los autores deben mencionarse primero en orden cronológico y luego alfabético (p.ej., Trejos 1998, Alvarez *et al.* 1999, Salazar y Ruiz 1999, Cárdenas 2002).
- Cuando haya más de dos autores, se citarán completos en *Literatura citada*, pero se utilizará solo el nombre del primero en el texto, seguido de *et al.* (en cursiva).
- Los trabajos que aún no han sido aceptados para publicación aparecen en el texto, pero no en la sección de *Literatura citada*.

ILUSTRACIONES

- Las figuras (gráficos, dibujos o fotografías) se ubican en el texto con numeración consecutiva, precedida de la palabra *Figura*; al citarla en el texto, se debe utilizar la abreviatura *Fig*.
- Tanto las figuras como los cuadros deben aparecer lo más cerca posible de su mención en el texto; es decir, no deben aparecer figuras ni cuadros aislados.
- La leyenda debe estar al pie de cada figura y estar redactada de manera tal que el usuario no tenga que recurrir al texto para su interpretación. Se recomienda no sobrecargar las figuras, para facilitar su entendimiento. En tal sentido, se deben omitir las figuras en tres dimensiones, excepto que sea imprescindible hacerlo, así como la inclusión de líneas horizontales en el cuerpo de la figura o de símbolos decorativos excesivos.
- Los cuadros no deben repetir el contenido de los gráficos. Se debe evitar que sean recargados, con demasiadas columnas y exceso de información. Deben evitarse las líneas verticales y horizontales en el cuerpo del cuadro.
- Las fórmulas que aparecen separadas del texto deberán citarse con números o letras entre paréntesis, de manera que no queden aisladas.

El cumplimiento de todas las indicaciones anteriores facilitará la revisión y la edición de los artículos, lo cual evitará atrasos y agilizará el proceso de selección y publicación.

Dirección

Gabriela Gitli

Editora

Revista *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología*

CATIE, 7170 Turrialba, Costa Rica

Tel.: (506) 558 2408 ó 558 2633

Fax. (506) 556 1576 ó 556 1533

cicmip@catie.ac.cr

ggitli@catie.ac.cr



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, escríbanos al correo electrónico cicmip@catie.ac.cr, o llámenos al teléfono (506) 558 2408.

Insectos plagas de cultivos perennes con énfasis en frutales en América Central



Daniel Coto
Joseph L. Saunders



2004



Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza



Maestrías

Agricultura Ecológica
Agroforestería Tropical
Manejo y Conservación de Bosques Tropicales y Biodiversidad
Manejo Integrado de Cuencas Hidrográficas
Socioeconomía Ambiental

Doctorado

Abarca desde genética forestal, modelos y dinámica del carbono hasta manejo integrado de plagas, sistemas de información geográfica y agroforestería.

Campus

- Actividades multiculturales
- Complejo de residencias amuebladas
- Escuela primaria bilingüe
- Internet y correo electrónico
- Comedor
- Club internacional
- Amplios campos deportivos
- Gimnasio
- Servicio de lavandería, agencia de viajes, correo, telecomunicaciones, vigilancia

Contacto

Escuela de Posgrado
Sede Central, CATIE 7170,
Turrialba, Costa Rica.
Tel. (506) 556 1016 / 556 6431
Fax (506) 556 0914 / 556 1533
Correo electrónico:
posgrado@catie.ac.cr

www.catie.ac.cr



Concurso de materiales de extensión forestal y agroforestal mediante el uso del Manual Árboles de Centroamérica



Tema

Manejo sostenible de los recursos naturales basado en el uso del Manual Árboles de Centroamérica, el cual incluye: materiales de extensión para la promoción de plantaciones forestales, sistemas agroforestales, manejo de bosques naturales, conservación de los recursos naturales, etc.

Participantes

Individuos o entidades gubernamentales, no gubernamentales o de iniciativa privada, involucrados en el manejo sostenible de los recursos naturales indicados en el tema del concurso.

Ámbito geográfico

Belice, Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicaragua, Costa Rica y Panamá.

Fecha límite para el envío de los trabajos

30 de septiembre del 2004.

Premios

Cuatro de US\$500 cada uno para apoyar la impresión de los materiales ganadores.

Bases para el concurso de elaboración de materiales de extensión forestal y agroforestal mediante el uso del Manual Árboles de Centroamérica

1. Antecedentes y justificación

El Proyecto Árboles Mesoamericanos (PAM), ejecutado por el Instituto Forestal de Oxford (OFI) y el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) con fondos del Programa de Investigación Forestal del Reino Unido (FRP), publicaron el Manual Árboles de Centroamérica (AdC), con el cual se está capacitando a técnicos agropecuarios y extensionistas del Istmo Centroamericano en diferentes aspectos de plantaciones forestales, agroforestería, manejo de bosques naturales, manejo de la diversidad y mercadeo y comercialización, y se proporciona información acerca de estos temas sobre 199 especies nativas de Centroamérica. El Manual AdC está también disponible en forma electrónica en un CD ROM. Usando el CD, los capacitados pueden seleccionar más rápidamente especies para diferentes tipos de bosque, usos y manejo en finca, así como buscar sinónimos, nombres comunes, términos y palabras clave. Además cuenta con una colección de alrededor de 1 500 imágenes que pueden ser utilizadas en forma gratuita para la elaboración de materiales de extensión y educativos no comerciales.

Dentro de los productos del PAM, se dejó previsto un concurso sobre la elaboración de materiales de extensión forestal y agroforestal. El objetivo principal del concurso es animar a los usuarios del Manual AdC a crear materiales de extensión impresos, mediante la entrega de cantidades limitadas de dinero que apoyen la publicación de los trabajos y que sean favorecidos con los cuatro primeros lugares (US\$500 para cada uno).

2. Trabajos que podrán participar en el concurso

Materiales diseñados a una tinta, dos tintas o todo color, tales como plegables o brochures, afiches, cartillas populares o pequeños manuales de capacitación, rotafolios, calendarios, panfletos, volantes y otros materiales relacionados, basados en textos e imágenes del Manual AdC o de su CD ROM que le acompaña.

3. Tema del concurso

Manejo sostenible de los recursos naturales basado en el uso del Manual AdC, el cual incluye: materiales de extensión para la promoción de plantaciones forestales, sistemas agroforestales, manejo de bosques naturales, conservación de los recursos naturales, etc.

4. Participantes al concurso

Personas individuales o entidades gubernamentales, no gubernamentales o de iniciativa privada, involucrados en el manejo sostenible de los recursos naturales indicados en el tema del concurso.

5. Ámbito geográfico de los participantes al concurso

Belice, Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicaragua, Costa Rica y Panamá.

6. Idioma para la presentación de los trabajos

Español, inglés o cualquier otra lengua del Istmo Centroamericano, que sea accesible a pequeños productores de América Central. En caso de materiales elaborados en alguna lengua diferente al español o inglés, se requiere acompañarle por separado una traducción a cualquiera de los dos idiomas indicados (español o inglés).

7. Requisitos indispensables

- Presentar un plan de producción del material presentado al concurso, con base en la metodología sugerida en el Manual AdC (ver ejemplos en páginas 30, 31, 32, 36 y 43).
- Adicionar al trabajo final los guiones técnicos y visuales elaborados para la realización de los materiales presentados, con base en la metodología sugerida en el Manual AdC (ver ejemplos en páginas 32, 33, 36, 37, 40, 43, 44, 46 y 49).
- Imágenes (fotografías, dibujos, ilustraciones, etc.) provenientes del CD-ROM del Manual AdC, página web del PAM (www.arbolesdecentroamerica.info) u otras, si en dado caso no existieran las adecuadas en el CD-ROM o página web del Proyecto.
- Que el material a presentar al concurso sea de difusión gratuita al momento de su difusión (no se aceptará aquellos cuyo fin sea la venta o el trueque).

8. Aspectos a valorar

- Diseño original (no se aceptarán diseños ya publicados), sencillo y equilibrado.
- Creatividad y buen gusto.
- Uso de lenguaje sencillo y apropiado para productores de Centroamérica.
- Contenido de impacto.
- Concordancia entre contenido técnico y visual.
- Uso adecuado de los créditos en las imágenes que lleve el material de extensión a presentar al concurso.

9. Forma de presentación de los trabajos

Impresión del trabajo en papel bond de cualquier tamaño, utilizando para el efecto impresora de computadora. Para materiales de gran tamaño (rotafolios, calendarios u otros cuya versión final exceda de 8.5x11 pulgadas), y en aquellos casos en que los participantes no tengan acceso a impresora/plotter que admita papel de tamaños mayores a 8.5x11 pulgadas, se aceptará una versión reducida en tamaño carta (8.5x11 pulgadas) para la evaluación del jurado. Acompañar al trabajo impreso (el cual no será devuelto) la versión electrónica en formato PDF, Word, Power Point, Illustrator, Publisher o Page Maker.

10. Fecha límite de entrega de los trabajos y fallo del jurado

Se fijó como fecha límite el 30 de septiembre del 2004 para recibir los trabajos en el lugar indicado abajo (Apartado 11 de estas bases). Los resultados se anunciarán en el sitio web del proyecto (www.arbolesdecentroamerica.info) el 15 de noviembre del 2004.

11. Lugar de envío de los trabajos

Proyecto Árboles Mesoamericanos, Departamento de Agricultura y Agroforestería, CATIE, 7170. Turrialba, Costa Rica. Puede enviarse los trabajos por correo certificado u otro medio que garantice la entrega.

12. Premios

Cuatro de US\$500 cada uno, para apoyar la impresión de los materiales ganadores.

13. Jurado

Representantes del Instituto Forestal de Oxford y del CATIE.

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)

