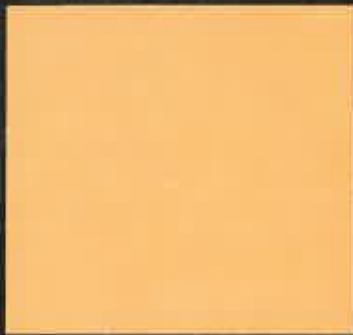


Manejo Integrado de Plagas y Agroecología

Diciembre 2003

No. 70



Manejo Integrado de Plagas y Agroecología

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

Comité Editorial

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

Comité Internacional

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

Dirección: Luko Hilje

Editora: Gabriela Gitli

Diseño y diagramación: Unidad de Comunicación

Secretaria: Yorlene Pérez

Versión electrónica: Guisselle Brenes y Yorlene Pérez

Tiraje y Distribución:

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

Correspondencia

Revista Manejo Integrado de Plagas y Agroecología
CATIE

7170 Turrialba, **Costa Rica**

Tel. (506) 558 2633/556 6431

Fax: (506) 556 6282/556 1533

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

www.catie.ac.cr

Fecha de inicio y periodicidad:

No.1, setiembre, 1986.

Trimestral (marzo, junio, setiembre, diciembre).



Portada: Las investigaciones en agricultura orgánica están experimentando un auge, cuya relevancia para la región hemos querido reflejar en nuestra portada. La agricultura orgánica se ha considerado como una alternativa para incrementar los ingresos de los productores y, en el foro de este número, el Dr. Luis Brenes discute las limitaciones técnicas y productivas que enfrentan los productores orgánicos y explora algunos enfoques de este tipo de actividad agrícola. Por otro lado, damos la bienvenida al *Boletín de Producción Orgánica*, de donde hemos tomado los dibujos de la portada, alusivos al bienestar, la investigación participativa, la producción y la conservación, expresados en el lema del CATIE como "*producir conservando, conservar produciendo*".
(Dibujos: Rocío Jiménez)

Manejo Integrado de Plagas y Agroecología

Diciembre 2003

No. 70

CONTENIDO

BIOGRAFÍA

- Redescubriendo a Alexander von Humboldt1-6
Ezequiel Ezcurra

FORO

- Producción orgánica: algunas limitaciones que enfrentan los pequeños productores7-18
Luis Brenes

ARTÍCULOS CIENTÍFICOS

- Patogenicidad del virus costarricense del mosaico dorado de la *Sida* (SiGMCRV) en varias especies de plantas cultivadas19-29
Juan Jovel, Esmeralda Ruiz
- Evaluación de fuentes de fertilización orgánica para tomate de invernadero en Oaxaca, México30-35
Hugo Mendoza-Netzahual, José C. Carrillo-Rodríguez, Catarino Perales-Segovia, Jaime Ruiz-Vega
- Factores que afectan la abundancia poblacional de *Helicoverpa (heliiothis) virescens* en tabaco en el noroeste argentino36-45
Hugo A. Delgado, Daniel Fedre
- Ocorrência estacional de *Doru luteipes* na cultura do milho em São Paulo, Brasil46-49
Julio César Guerreiro, Evoneo Berti Filho, Antonio Carlos Busoli
- Evaluación de diseños de trampa, altura de colocación y tamaño de dispensadores de feromona en la captura de adultos de *Spodoptera frugiperda*50-54
Jorge Salas
- Evaluación de métodos de cría del ácaro *Amblyseius largoensis*55-64
Héctor Rodríguez Morell, Mayra Ramos Lima
- Entomofauna asociada a maíz de temporal con diferente manejos de malezas en Chiapas, México65-73
Marisa Silva Aparicio, Adriana E. Castro-Ramírez, Jorge L. León Cortés, Mario Ishiki Ishihara
- Patogenicidade do *Nucleopolyhedrovirus* (NPV) (*Baculoviridae*) isolados en larvas de *Spodoptera exigua* e *S. littoralis* sobre larvas de *S. frugiperda*74-77
F. R. Guimarães, E. B. Beserra, C. Santiago-Alvarez, E. Vargas-Osuna

EXPERIENCIAS

- Estatus del manejo de *Bemisia tabaci* en América Latina y el Caribe: ocho preguntas pertinentes78-89
Luko Hilje

NOTA TÉCNICA

- Biología e controle biológico, de *Orthezia praelonga*90-96
Roberto Cesnik, José Maria Guzmán Ferraz

HOJA TÉCNICA

- Procedimientos para el registro, aislamiento, mantenimiento, preservación y sistematización de una colección de hongos entomopatógenos97-103
María N. Estrada V., Patricia E. Vélez

BOLETINES

- Mosca Blanca al Día104-105
Plagas Forestales Neotropicales106-107
Control Biológico de Malezas108-109
Boletín Acceso IICA110-113
Boletín PITTA115-118

SECCIÓN INFORMATIVA

- Futuros eventos119

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

HONDURAS

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

NICARAGUA

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

PANAMA

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

Representaciones Nacionales del IICA

BELICE

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

REPUBLICA DOMINICANA

Dr. Rafael Marte Representante IICA
Fray Cipriano de Utrera. Esquina Avenida República del Líbano. Centro de los Héroes, Santo Domingo, República Dominicana
Apartado Postal #711
Tel.: (1 809) 533-7522/2797
Fax: (1 809) 532-5312
Correo electrónico: rmarte@iicard.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 69 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 lugar de encuentro para la agricultura sostenible

Nuestra revista ha querido ser una plataforma para la disseminación de los resultados de la investigación y las experiencias de todos los involucrados con el manejo integrado de plagas y la agroecología. Sin embargo, queremos ser también un vehículo para que grupos que trabajan en problemas muy concretos en nuestra región difundan sus experiencias, investigaciones, publicaciones y eventos. Para ello, hemos creado la sección de **Boletines**, la cual se ha beneficiado este año con dos adiciones importantes.

En primer lugar, a partir del número 68, se nos han unido **Acceso** y **Acceso Plus**, boletines de medidas sanitarias y fitosanitarias de la Dirección de Sanidad Agropecuaria e Inocuidad de los Alimentos del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). Dichos boletines están diseñados para proporcionar información relevante sobre la labor y las decisiones que se toman en el Comité de Medidas Sanitarias y Fitosanitarias de la OMC, de las organizaciones internacionales de referencia (como el Codex Alimentarius, OIE y CIPF) y demás información vinculada con las medidas sanitarias y fitosanitarias y su impacto en el comercio.

En el presente número (70), nuestros lectores encontrarán un nuevo **Boletín de Producción Orgánica**, producido por el Programa de Investigación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria de Producción Orgánica (PITTA de Producción Orgánica). Los PITTA, creados por el Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica, son organizaciones civiles basadas en el trabajo conjunto de sus miembros. El objetivo de su boletín es difundir los resultados de investigación en agricultura orgánica y, con este fin, cuentan con la colaboración de los lectores para convertirlo en un valioso medio de comunicación entre los productores, estudiantes e investigadores de la región.

Este año se cumplieron 11 años de publicación del boletín **Mosca Blanca al Día**, de la Red Iberoamericana de Mosca Blanca y Geminivirus, el cual se ha constituido en un canal de difusión de las experiencias, hallazgos, publicaciones, resúmenes de ponencias y eventos de dicha Red. Asimismo, difundimos un boletín de **Control Biológico de Malezas** y otro de **Plagas Forestales Neotropicales** que diseminan, a través de nuestras páginas, información actual e inmediata sobre sus respectivos temas.

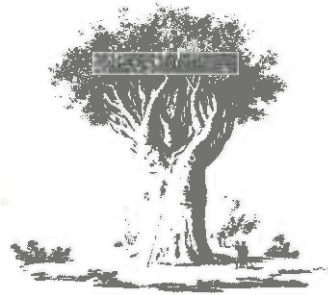
Cabe agregar que seguiremos forjando alianzas con distintas redes y grupos de trabajo, para reafirmar nuestra función de puente y lugar de encuentro de quienes laboramos por el desarrollo de sistemas agrícolas sostenibles en nuestra región. Además, todos nuestros boletines están disponibles en el portal del CATIE (www.catie.ac.cr) y el acceso a ellos es gratuito.

No queda más que desearles un venturoso 2004, colmado de salud y éxitos, y agradecer a todos nuestros lectores y colaboradores el apoyo y el interés que nos brindan siempre.



Dr. Luko Hilje
Director

Manejo Integrado de Plagas y Agroecología



Redescubriendo a Alexander von Humboldt¹

Exequiel Ezcurra²

Como ciencia, la teoría ecológica es producto de una larga y colorida historia, forjada a lo largo de siglos con el trabajo laborioso de naturalistas en el campo, en las selvas y en los desiertos. Es una historia larga, llena de hitos maravillosos y sobrecogedores. En el trabajo de expedicionarios excéntricos, naturalistas hoscos y antisociales, observadores obsesivos, y colectores compulsivos, yacen los orígenes y fundamentos de las teorías científicas que hoy rigen la protección de nuestros recursos naturales. Entender esta historia y honrar su legado, es una deuda con los singulares personajes que construyeron el camino de la ciencia a la que hoy llamamos ecología.

Uno de los muchos comienzos de esta historia ocurrió en 1798, cuando dos jóvenes científicos, de escasos 25 y 27 años, recorrían los prostíbulos y los bares de París en busca de algún contacto con oficiales del ejército napoleónico, que les permitiera colarse a las filas de la expedición imperial a Egipto. La nacionalidad alemana del primero —un tímido geólogo de minas— y el carácter festivo y mujeriego del segundo —un médico con radicales tendencias socialistas— les impidieron lograr su objetivo; el adusto ejército del Emperador no fue capaz de aceptar a personajes tan singulares. Sin embargo, en su búsqueda, nuestros protagonistas conocieron a un apasionado adolescente de 16 años, asiduo visitante de las casas de citas, lleno de pláticas encendidas y fervorosas, quien les describió con entusiasmo las riquezas naturales de su país, la Nueva Granada, hoy Venezuela. Así, ambos científicos, cuyos nombres eran Alexander von Humboldt y

Aimé Bonpland, partieron para la tierra del joven estudiante, que se llamaba Simón Bolívar. En sus periplos por la América colonial llegaron finalmente a México, entonces eje cultural de la América española.

Así, nació el *Ensayo político sobre el Reino de la Nueva España* y el *Viaje a las regiones equinocciales*, el primero era una especie de versión decimotáctica de un informe de país —infinitamente más perceptivo que los aburridos reportes que hacen los expertos del Banco Mundial— y el segundo era un intento de lo que ahora llamaríamos una base de datos florísticos y un modelo ecológico de la América tropical. En estos ensayos se plantearon, por primera vez, algunos de los nuevos paradigmas de las ciencias del ambiente global. Éstos tardaron dos siglos en consolidarse, y se fueron apropiando lentamente de nuestra percepción de la realidad. Hoy, muchas de las ideas de Humboldt, acerca de cómo funciona nuestro planeta, son parte del conjunto de disciplinas de lo que llamamos “ecología global”, y forman parte del discurso cotidiano. Su genialidad radica en que fue capaz de intuir estas teorías sólo a partir de la observación descriptiva de la naturaleza, y de sus conversaciones con brillantes colegas de la América colonial.

“Un cielo que distingue a México”

Humboldt y Bonpland nunca llegaron a conocer a un excéntrico naturalista mexicano —aunque sí lo leyeron con gran interés—, nacido en 1737 en Ozumba y fallecido en 1799, mientras ellos exploraban el Orinoco. Médico de formación, sacerdote, y erudito en mil

¹ Este artículo apareció por primera vez en el número 66 de *Ciencias*, revista de difusión de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México, y nos fue gentilmente cedido por César Trueba, su editor.

² Instituto Nacional de Ecología, México.

temas, este naturalista graduado de la Real y Pontificia Universidad de México —hoy nuestra querida UNAM— investigó el movimiento de los planetas; hizo el primer mapa detallado de América del Norte, fue ardiente defensor de los pueblos indígenas; habló de la necesidad de controlar las inundaciones en la Cuenca de México, protegiendo su área lacustre; escribió una larga y curiosa memoria en favor del uso medicinal de las semillas de mariguana o *pipiltzintzintlis*; estudió el nopal y la grana cochinilla; elaboró preciosas ilustraciones científicas; que, hasta el día de hoy, son un testimonio de incalculable valor, y teorizó sobre la importancia de las plantas nativas —despreciadas en ese entonces por los criollos— como valiosos alimentos. Es una pena que no pudieran encontrarse, porque el carácter enciclopedista y la insaciable curiosidad de José Antonio de Alzate (ese era su nombre) habría impresionado mucho a los exploradores europeos. De cualquier manera, las ideas y los textos de Alzate fueron para ellos de gran importancia.

En cambio, el que sí pudo entrevistarse con Humboldt y Bonpland fue José Mariano Mociño, contemporáneo de Alzate, médico y botánico por la Universidad de México, quien pocos años antes había encabezado junto con el español Martín de Sessé —fundador de la cátedra de botánica en la misma universidad—, una serie de expediciones científicas desde Nicaragua hasta el Canadá. Éstas fueron financiadas por la Corona española y representaron un esfuerzo algo tardío —después de tres siglos de saqueo— por entender y describir la inmensa riqueza natural de la Nueva España. Sin embargo, la decadencia del imperio español a principios del siglo XIX y la independencia de México pulverizaron cualquier expectativa de utilizar esos recursos botánicos y el conocimiento desarrollado en estas expediciones en beneficio de la metrópoli europea.

Pero Sessé y Mociño no habían sido los primeros; unos doscientos cincuenta años antes, a principios de la Colonia, la Corona había financiado trabajos similares antes de que la codicia por el oro y la plata, así como la Inquisición, hiciera desaparecer las prioridades más académicas. En 1552 dos indígenas, el médico Martín de la Cruz y el traductor Juan Badiano, habían publicado una luminosa obra describiendo las plantas medicinales autóctonas de México. El *Códice de la Cruz-Badiano* se escribió en náhuatl y latín, ya que eran fieles seguidores de la tradición de los códices prehispánicos, es decir, de su propia y rica tradición in-

dígena. Pronto les siguieron muchos otros brillantes trabajos; en 1559 el fraile franciscano Bernardino Sahagún produjo una de las más grandes obras etnográficas del inicio de la Colonia, en la que describió con detalle importantes aspectos de la historia natural de México. En 1571, por órdenes del rey Felipe II, se inició la expedición de Francisco Hernández, con el objetivo de describir la historia natural de la Nueva España, y estudiar la medicina herbolaria indígena. La obra de Hernández aunque fue destruida en gran parte en el incendio de la biblioteca del Escorial en 1671, es un texto fundamental sobre la riqueza natural de México.

La fascinación por la naturaleza que mostraron Badiano, de la Cruz, Hernández, Mociño y Alzate forma parte de una tradición antigua en México, la cual fue reconocida con admiración y respeto por Humboldt, quien la describió como “el celo por las ciencias naturales en que con tanto honor se distingue México”. La síntesis de conocimientos teóricos que forman el cuerpo del *Ensayo político* y del *Viaje a las regiones equinociales* se debe, en gran medida, a las discusiones con colegas mexicanos y a la lectura de trabajos que hizo Humboldt en la Nueva España. La investigación biológica de campo, y la descripción sistemática de la naturaleza son parte de esa admirable tradición intelectual, de ese “celo” mexicano, que tanto admiraba Alexander von Humboldt y que tanto contribuyó a su obra.



Keller-Leuzinger, Humboldt y Bonpland en una región desconocida del Alto Orinoco, ca. 1800.

El rompecabezas planetario

Su mérito fundamental no radicó solamente en su capacidad para leer, entender y admirar el trabajo de sus colegas. Como muy pocos naturalistas de su época, llegó a comprender y deducir complejos fenómenos de la naturaleza, basado simplemente en sus observaciones. Es asombrosa la capacidad que tuvo para inferir, sin experimentar, el funcionamiento de complejos mecanismos naturales a partir de observaciones meramente descriptivas y basado tan sólo en sus experiencias como viajero y explorador. Humboldt pudo adelantarse a la aventura del descubrimiento científico, solamente con un libro de notas y sencillos instrumentos de navegación. Así recorrió la América tropical, armando con paciencia las piezas del rompecabezas planetario, e intuyendo fenómenos que hemos alcanzado a entender bien dos siglos más tarde.

Una de las preguntas científicas más relevantes que se hizo, fue acerca de las causas de la riqueza y la variación biológica sobre la Tierra. Esta pregunta fundamental corresponde al campo general de lo que en la actualidad llamamos “diversidad biológica”. En la época en que escribió el *Viaje a las regiones equinocciales*, que contiene el visionario *Ensayo sobre la geografía de las plantas*, no se conocía aún la teoría de la evolución ni la historia geológica y climática del planeta.

Medio siglo antes de Darwin, Humboldt esbozó algunas ideas que se vinculan con los conocimientos más modernos sobre la evolución biológica y geológica del planeta. En todos los casos sus esbozos fueron planteados como reflexiones sin mayor trascendencia. Sin embargo, muchas de estas ideas estaban anticipando grandes revoluciones científicas, que ocurrirían uno o dos siglos más tarde. Curiosamente, Humboldt tuvo la capacidad de anticipar las ideas de varios notables precursores de la ciencia, investigadores desconocidos en su momento que no fueron reconocidos, sino hasta después de su propia muerte.

Agassiz, el enamorado del hielo

En 1807, el mismo año en que Humboldt publicaba *Ensayo sobre la geografía de las plantas*, nació en Suiza Louis Agassiz, quien sería educado primero en Alemania y después en París, bajo la dirección de Cuvier (de los naturalistas más famosos de Europa) y quien convertiría unos años más tarde en un joven y brillante médico y biólogo. En 1834 mientras que Humboldt empezaba a escribir su obra cumbre *Cosmos*, Agassiz regresaba a Suiza como profesor del Liceo y empezaba

a estudiar los glaciares de los valles alpinos. En 1847, después de trece años de andar en los hielos, los valles y las morrenas —cuando se imprimía el segundo volumen de *Cosmos*—, Agassiz publicaba un libro, con poco impacto principio, en el que arriesgaba la audaz hipótesis de Europa había estado ocupada miles de años antes por inmensos glaciares que cubrían la mayor parte del continente. La Tierra, según Agassiz, había sufrido periodos enfriamiento, a los que llamó “glaciaciones”, seguidos periodos de calentamiento o “interglaciares” en los la vegetación tropical había llegado hasta las latitudes boreales.

En un principio la idea fue tratada con desdén por la comunidad científica europea, cegada por la aparente evidencia de que los ciclos climáticos de invierno y verano se repetían con la precisión de un reloj. Fueron necesarios muchos años de evidencias fosilizadas, de descubrimientos geológicos, así como la teoría de la evolución de Darwin para que el público empezara a tomar en serio la teoría de Agassiz sobre las Edades Glaciales (quien, paradójicamente, se dedicó a combatir con celo religioso las ideas evolucionistas que sus propios descubrimientos habían ayudado a desarrollar).

Para Humboldt, sin embargo, era obvio que el ambiente global había pasado por sucesivos periodos de calentamiento y enfriamiento durante los últimos siglos, y planteó el problema con toda claridad en el *Ensayo sobre la geografía de las plantas*, casi cincuenta años antes que Agassiz: “Para decidir el problema de la migración de los vegetales, la geografía de las plantas descende al interior del globo terráqueo y consulta ahí los antiguos monumentos que la naturaleza ha dejado en las petrificaciones, los bosques fósiles y las capas de hulla que constituyen la primera vegetación de nuestro planeta. Descubre los frutos petrificados de las Indias, las palmeras, los helechos arbóreos, las escitamíneas y el bambú de los trópicos, sepultados en las heladas tierras del norte; considera si estas producciones equinociales, lo mismo que los huesos de los elefantes, tapires, cocodrilos y didelfos, recientemente encontrados en Europa, han sido transportados a las regiones templadas por la fuerza de las corrientes en un mundo sumergido bajo el agua, o si estas mismas regiones alimentaron en la antigüedad las palmeras y el tapir, el cocodrilo y el bambú. Uno se inclina hacia esta opinión, cuando se consideran las circunstancias locales que acompañan estas petrificaciones de las Indias”.



Keller-Leuzinger, Humboldt y Bonpland en un campamento en el Orinoco, ca. 1800.

Sin conocer los valles glaciares que llevaron a Agassiz a elaborar su teoría, simplemente viajando por Venezuela, Ecuador y México, Humboldt había llegado ya —medio siglo antes— a la conclusión de que el clima en la Tierra no era constante.

Wegener, el gran menospreciado

En 1880, pocos años después de la muerte de Agassiz —en los Estados Unidos—, otro gran precursor nacía en Alemania; su nombre era Alfred Lothar Wegener. Después de obtener un doctorado en la Universidad de Berlín en 1905, Wegener tuvo oportunidad de integrarse a una expedición danesa a Groenlandia de 1906 a 1908. Allí empezó a interesarse en el movimiento de los continentes a escala global, y elaboró una teoría que en su tiempo casi nadie quiso aceptar.

Como otros científicos que lo precedieron, Wegener había notado la similitud del perfil de las costas de África y América, y especuló que estas tierras habían estado alguna vez unidas —posiblemente en el Paleozoico tardío, unos doscientos cincuenta millones de años atrás— formando un supercontinente ancestral al cual llamó Pangea.

Basado en evidencias biológicas y geológicas, Wegener pudo demostrar que rocas y fósiles similares se encontraban en las costas de continentes separados,

como América y África, y que grupos biológicos emparentados poblaban áreas ahora distantes. En apoyo a su teoría, además, esgrimió el argumento de la presencia de organismos fósiles tropicales en ambientes actualmente árticos. Basado en estas evidencias, Wegener postuló la teoría de la deriva continental, en la que aseguraba que los continentes se desplazaban lentamente sobre la corteza terrestre. Sin embargo, la falta de un mecanismo que explicara la causa de esto, y el rechazo enérgico y fundamentalista del *establishment* geológico, llevaron a los investigadores de su época a desechar las hipótesis del movimiento continental, a pesar de los incuestionables argumentos de Wegener. Amargado por la falta de reconocimiento, Wegener murió heroicamente en 1930, en el rescate de un grupo de colegas que se había extraviado en el hielo, durante su tercera expedición a Groenlandia. Nunca llegó a enterarse de que, en los sesentas, su teoría sería retomada con el nombre de “tectónica de placas”, y que sus ideas dieron a la geología una teoría unificadora, que lo explica todo; desde los volcanes y los terremotos, hasta la formación de cordones de montañas y cuencas oceánicas.

Humboldt había concluido, sorprendentemente, que los continentes se movían de alguna manera, y había llegado a esta deducción unos ciento veinte años antes que Wegener. Nuevamente, sus razonamientos se basaban en la simple observación de campo sobre la distribución geográfica de las plantas: “Para decidir acerca del antiguo enlace de continentes vecinos, la geología se funda sobre la análoga estructura de las costas, los bajíos del océano y la identidad de los animales que los habitan. La geografía de las plantas proporciona materiales preciosos para este género de investigaciones: desde cierto punto de vista, puede hacernos reconocer las islas que, antiguamente unidas, se han separado; muestra que la separación de África y América meridional se hizo antes del desarrollo de los seres organizados. Todavía más, esta ciencia nos muestra cuáles plantas son comunes al Asia oriental y a las costas de México y California [...] Con la ayuda de la geografía de las plantas puede uno remontar con cierta certeza hasta el primer estado físico del globo”.

Milankovich, o las desventajas de publicar en serbio

Nacido en 1878 —unos pocos meses antes que Wegener—, el tercer gran precursor de esta historia es un matemático serbio, profesor de mecánica en la Universidad de Belgrado, de nombre Milutin Milankovich; quien demostró que la cantidad promedio de ra-

diación proveniente del Sol que llega a la Tierra no es constante, como se creía, sino que varía de acuerdo a tres factores que inducen cambios en la trayectoria del planeta. En primer lugar, la excentricidad de la órbita terrestre experimenta variaciones periódicas, que tienen como consecuencia la modificación de la distancia media entre la Tierra y el Sol; cuando ésta aumenta en la elipse orbital, disminuye el flujo anual de energía solar incidente. En segundo lugar, la inclinación del eje de la Tierra —el ángulo entre el eje de rotación y el plano de la órbita, que en la actualidad es de $23^{\circ} 27'$ —, sufre fluctuaciones a lo largo del tiempo causadas por la influencia gravitatoria de los demás planetas. Finalmente, el eje de rotación terrestre cambia la dirección hacia la cual se inclina, igual que un trompo al girar, y describe un cono perpendicular al plano que contiene la órbita terrestre, lo cual, a su vez, ocasiona que el equinoccio se ubique en distintas partes de la órbita terrestre según la orientación del eje. A este fenómeno se le denomina precesión de los equinoccios. Milankovich pudo calcular que los periodos característicos de los efectos producidos por cada uno de los tres factores anteriores —excentricidad de la órbita, inclinación del eje, y precesión de los equinoccios— son de cien mil, cuarenta y un mil, y veintidós mil años, respectivamente. Sus estudios demostraron que el efecto combinado de los tres ciclos es suficiente como para que la Tierra pueda calentarse y enfriarse significativamente, produciendo las glaciaciones de los últimos dos millones de años.

Durante casi cincuenta años, desde su publicación en varias revistas serbias en la década de los veinte, su teoría fue ignorada por la comunidad científica. Sorpresivamente, en 1976, un trabajo escrito por J. D. Hays, J. Imbrie y N. J. Shackleton, aparecido en la prestigiosa revista *Science*, demostró que las temperaturas globales inferidas a partir de núcleos del sedimento marino correspondían con los cambios en la órbita y la inclinación de la Tierra predichos por Milankovich. En efecto, los datos mostraban que los cambios en la excentricidad, inclinación y precesión de la Tierra eran los motores del cambio climático global.

Desafortunadamente, Milankovich no pudo verse reivindicado, ya que había fallecido dieciocho años antes.

Sin desarrollar la elegante y compleja teoría del matemático serbio, Humboldt había intuido la razón profunda de los cambios que habían operado —para él de manera obvia y transparente— sobre el clima de la Tierra en el pasado: “Pero ¿pueden admitirse estos enormes cambios en la temperatura de la atmósfera, sin recurrir a un desplazamiento de los astros o a un cambio en el eje de la Tierra? [...] Un aumento en la intensidad de los rayos solares, ¿habría expandido, en ciertas épocas, el calor de los trópicos sobre las zonas vecinas del polo? Estas variaciones, que habrían hecho a Laponia habitable para las plantas equinociales, los elefantes y los tapires, ¿son periódicas? ¿O son el efecto de algunas causas pasajeras y perturbadoras de nuestro sistema planetario?”



Roth, Humboldt y Bonpland, *Vista de las cordilleras*, ca. 1799.

Del conocimiento a la acción

De manera prodigiosa, Humboldt pudo anticipar —a partir de sus exploraciones en México y Sudamérica— las grandes teorías biológicas que surgirían y se consolidarían en los siguientes doscientos años. Si bien, quizás, esa no es su grandeza fundamental, su capacidad de inferir el funcionamiento de sistemas tan complejos no deja de ser un motivo de asombro, que para México legó una de las más lúcidas descripciones de nuestra naturaleza y cultura durante el siglo XVIII. En referencia a la Ciudad de México Humboldt escribió en el *Ensayo político sobre el Reino de la Nueva España*, publicado en 1822: “La construcción de la nueva ciudad, comenzada en 1524, consumió una inmensa cantidad de maderas de armazón y pilotaje. Entonces se destruyeron, y hoy se continúa destruyendo diariamente, sin plantar nada de nuevo, si se exceptúan los paseos y alamedas que los últimos virreyes han hecho alrededor de la ciudad y que llevan sus nombres. La falta de vegetación deja el suelo descubierto la fuerza directa de los rayos del sol, y la humedad que no se había ya perdido en las filtraciones de la roca amigdaloides basáltica y esponjosa, se evapora rápidamente y se disuelve en el aire, cuando ni las hojas de los árboles ni lo frondoso de la yerba defienden el suelo de la influencia del sol y vientos secos del mediodía [...] Como en todo el valle existe la misma causa, han disminuido visiblemente en él la abundancia y circulación de las aguas. El lago de Texcoco, que es el más hermoso de los cinco, y que Cortés en sus cartas llama mar interior, recibe actualmente mucha menos agua por infiltración que en el siglo XVI, porque en todas partes tienen unas mismas consecuencias los descuajos y la destrucción de los bosques”. Dos siglos antes de que la Ciudad de México enfrentara la crisis ambiental que hoy vive, Alexander von Humboldt pudo prever las dificultades hidrológicas que sobrevendrían y pudo atribuirles, correctamente, a las consecuencias de “los descuajos y la destrucción de los bosques.” La devastación forestal, profetizó, traería graves consecuencias para el ciclo del agua.

Hoy, gracias a las teorías modernas de la diversidad biológica sabemos que los bosques, y en particular los bosques tropicales, son también inmensos reservorios de riqueza biológica, en donde sobrevive una gran parte de las especies del planeta. Un concep-

to que, por supuesto, tampoco fue ajeno a Humboldt, quien realizó en el *Ensayo sobre la geografía de las plantas* el primer análisis serio de la importancia de la diversidad biológica en los bosques tropicales de montaña: “De tal estado de cosas resulta que cada altura bajo los trópicos, al presentar condiciones particulares, ofrece también productos variados según la naturaleza de las circunstancias, y que en los Andes de Quito, en una zona de mil toesas (dos mil metros) de anchura horizontal, se descubrirá una mayor variedad de formas que en una zona de la misma extensión en la pendiente de los Pirineos”.

Del conocimiento de un fenómeno surge la apreciación del mismo, y de ésta la necesidad de protegerlo. Así, en las notas precursoras tomadas por dos botánicos —Humboldt y Bonpland—, sin más elementos que un teodolito, una brújula, una prensa de herbario y una desbordada pasión por la observación minuciosa del mundo natural, está también contenido el embrión de la biología de la conservación, la semilla de la protección de la diversidad natural.

La conservación de la riqueza biológica es un imperativo de la coyuntura global del siglo XXI, y es uno de los problemas centrales de la ciencia y de las sociedades modernas que debemos enfrentar y resolver todos los seres humanos de manera colectiva. Es una cuestión esencial para la supervivencia del planeta, y para nuestra propia supervivencia. Pero también es parte de nuestra herencia cultural, de ese “celo por las ciencias naturales en que con tanto honor se distingue México”, como tan bien lo describió Alexander von Humboldt. Muchas veces hemos repetido que debemos conservar la naturaleza por nuestros hijos y por los hijos de nuestros hijos. Es cierto, pero quizás también debemos cuidar la naturaleza por la naturaleza misma, sin más recompensa que sentirnos parte de la continuidad de la evolución biológica sobre la Tierra. Si Humboldt estuviera hoy vivo, creo que estaría de acuerdo.

Literatura citada

- Humboldt, Alejandro de. 1811. *Ensayo político sobre el Reino de la Nueva España*. Porrúa, México, 1978.
- _____. 1805. *Ensayo sobre la geografía de las plantas*. Siglo XXI/UNAM, México, 1997.
- _____. 1834. *Viaje a las Regiones Equinocciales del Nuevo Continente*. Monte Ávila, Caracas, 1991.

Producción orgánica: algunas limitaciones que enfrentan los pequeños productores¹

Luis Brenes²

RESUMEN. Este trabajo nace de la experiencia del autor con proyectos de agricultura orgánica en América Latina que se han enfocado a nichos de mercado de exportación con precios diferenciados. Se muestran cuáles son los elementos esenciales de una buena agricultura orgánica y se los diferencia de una agricultura de simple sustitución de insumos o de abandono. El manejo del suelo y una alta diversidad estructural y de procesos son elementos clave. El manejo de la salud del cultivo debe iniciar con un enfoque preventivo que conoce las causas del aumento en las poblaciones plaga y las maneja. Por lo tanto, es necesario disponer de y desarrollar información que permita diseñar sistemas más estables. Se han señalado algunas de las limitantes más importantes en el manejo del suelo (fertilidad física, ciclo de N, rotación, control de erosión) y de plagas y enfermedades.

El período de transición representa quizás el mayor obstáculo a la producción orgánica. Durante este período, muchos de los principios de la agricultura orgánica no funcionan apropiadamente porque no se han establecido ni recuperado muchos de los procesos y relaciones entre los componentes del sistema. Es en este período cuando la mala planificación y una equivocada simplificación de los principios orgánicos han sido la causa principal de bajos rendimientos.

Por último, se reconoce que las posibilidades para el manejo agronómico de un cultivo, y sus costos asociados, dependen en gran medida de los precios, los flujos de caja y el acceso a mercados estables.

Palabras clave: Agricultura orgánica, manejo de suelo, productos orgánicos, transición.

ABSTRACT. Organic production: A few obstacles faced by small producers. This paper stems from the author's experience with organic agriculture projects in Latin America that have focused on price differentiated export market niches. The author describes the essential elements of organic agriculture, and distinguishes them from a simple substitution or organic-by-neglect agriculture. Soil management and a high structural diversity are key elements. Crop health management must begin with a preventive approach that acknowledges the causes behind increases in pest population. Therefore, it is important to develop information allowing the design of more stable systems. Some of the most relevant drawbacks in pest, disease, and soil management (physical fertility, nitrogen cycle, erosion control) are discussed.

The transition period poses the greatest challenge to organic production. During this time, many of organic agriculture's principles do not function adequately because most processes and relations among system components are not yet established or recuperated. It is here that bad planning and a wrong simplification of organic principles have been the main cause behind low yields.

Finally, it is acknowledged that the cultural management possibilities for a given crop, as well as its associated costs, largely depend on prices, cash flows and access to stable markets.

Key words: Organic products, organic agriculture, soil management, transition.

Introducción

Este trabajo pretende motivar la reflexión acerca de las limitaciones técnicas y productivas a la agricultura orgánica. Es importante insertar la agricultura orgánica en el contexto de los objetivos que con ella persiguen los productores, investigadores y organizaciones

que la han promovido en nuestros países. De manera muy general, se podrían distinguir dos grandes fuerzas impulsoras que normalmente se complementan pero no necesariamente son idénticas: el mercado diferenciado y el desarrollo rural integral.

¹ Ponencia presentada en el "Taller Agricultura Orgánica: una herramienta para el desarrollo rural sostenible y la reducción de la pobreza", realizado en Turrialba, Costa Rica, del 19 al 21 de mayo del 2003, y organizado por el Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola (FIDA), la Unidad Regional de Asistencia Técnica (RU-TA), el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) y la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO).

² Agri-Vita S.A., Apdo. 869-1011, Costa Rica. Telefax (506) 226-1681, lbrenes@racsa.co.cr

En cuanto a la primera, gran parte de la agricultura orgánica certificada de América Latina está dirigida a un nicho del mercado de exportación con precios diferenciados. En el contexto de un mundo globalizado, donde los productos agrícolas han experimentado una fuerte crisis de precios en muchos rubros importantes (café, banano, azúcar, cítricos y cacao, entre otros), la agricultura orgánica se ha considerado como una alternativa para mejorar los ingresos y la competitividad de los agricultores. Así lo han visto ellos y también las ONG, los donantes y las instituciones públicas que han incluido en sus agendas la producción y comercialización de productos orgánicos. Si bien es cierto este mercado ha ido creciendo de manera continua durante los últimos años, también han ido aumentando las exigencias de calidad, mientras que el sobreprecio, otrora superior al 50% y a veces hasta el 100%, tiende a estabilizarse normalmente cerca de un 20%.

En cuanto a la segunda fuerza impulsora, la agricultura orgánica también ha sido vista como un elemento o estrategia que posibilita el desarrollo rural integral. Se entiende que el proceso productivo y el desarrollo rural integral están estrechamente ligados, mucho más allá de un simple fomento de la productividad. Se busca que la unidad productiva se asemeje lo más posible a un ecosistema natural. En este sistema integrado se incluye la producción animal y la utilización de varios "estratos" sobre el suelo, y el objetivo es desarrollar ciclos energéticos lo más cerrados posible. Así, se bajan los costos de producción y se reduce la dependencia de insumos externos. Estos sistemas, generalmente más pequeños pero más diversos, se ajustan mejor al mercado local. No constituyen necesariamente fincas certificadas, porque los objetivos del proyecto de desarrollo podrían cumplirse sin que se acceda a un mercado diferenciado.

Los comentarios vertidos en este trabajo se refieren más al primer modelo, donde se impulsa la agricultura orgánica como una estrategia para mejorar los ingresos del productor y hacerlo más competitivo al diferenciar su producto e insertarlo en nichos de mercado. Como ya se dijo, gran parte del área orgánica certificada de América Latina responde a estos objetivos y el autor ha conocido muchos proyectos en varios países del área. Sin embargo, acceder a un mercado diferenciado no necesariamente resuelve los problemas si no hay claridad en los conceptos, anticipando las limitaciones y controlando los riesgos. Muchas de las dificultades experimenta-

das por quienes inician la transición nacen de expectativas poco reales o de una planificación inadecuada de los recursos y procesos.

Empezar por el principio: lo que no es agricultura orgánica

Para comprender las principales limitaciones agronómicas del sistema productivo orgánico, es necesario entender las diferencias entre este sistema y el convencional. Al hacerlo, se quiere distinguir de los enfoques erróneos de la "agricultura orgánica por abandono", de la "agricultura orgánica simplista" y de la "agricultura orgánica por sustitución de insumos".

La producción de alimentos tiene lugar en el contexto de un sistema agroecológico que incluye elementos y procesos. De manera muy general, la agricultura convencional se puede resumir como un sistema con seis elementos básicos e interdependientes: poca diversidad genética (monocultivo); variedades híbridas altamente productivas pero en muchos casos poco resistentes a plagas y enfermedades; nutrición basada en productos sintéticos altamente solubles; mecanización de procesos; mayores demandas del recurso hídrico; y alto uso de insumos biocidas (corrección en lugar de prevención).

¿Por qué el uso de plaguicidas es parte fundamental de este sistema? Porque este favorece el aumento de las poblaciones de los organismos plaga. Si repentinamente se deja de usar plaguicidas sin hacer cambios sustanciales en el sistema (algo que lamentablemente hacen muchos productores cuando inician la transición de convencional a orgánico), el sistema agrícola colapsa. La población plaga no es el verdadero problema sino solo un síntoma de un problema mayor: la pérdida de equilibrio. La alternativa de control biocida con un pesticida sintético (o natural) no resuelve la causa del problema sino que atenúa temporalmente sus efectos, disminuyendo la población a niveles que no son económicamente dañinos por un período generalmente corto. Es evidente que, al no remover las causas de aparición de las plagas, las especies volverán a incrementar su población y será necesario un control biocida repetido. McSorley (2002) nos da algunos ejemplos concretos de este hecho; destacando el caso de los minadores de la hoja.

Por lo tanto, la agricultura orgánica no puede reducirse a dejar de aplicar plaguicidas sintéticos, dejar de fertilizar, no mejorar el suelo, no atender el problema de las plagas y certificar el cultivo ("mi finca

es orgánica porque no le echo nada”). Esto es agricultura de abandono. Es un error definir la agricultura orgánica por lo que deja de hacer (“no aplicar plaguicidas”, “no usar productos sintéticos”, etc.) en lugar de definirla por su enfoque proactivo, mejorando el suelo y el equilibrio natural para así atacar las causas de los problemas con un enfoque preventivo antes que con uno correctivo/sintomático. Como ejemplo, se remite al lector a la norma orgánica de los EUA, en su sección 205.206, donde se describe la jerarquía de prácticas aceptadas de manejo fitosanitario (USDA 2001).

También se debe evitar el enfoque simplista que promueve la agricultura orgánica arguyendo que es sencilla, que no presenta problemas, que basta con volver a la agricultura de nuestros abuelos. Es un enfoque romántico, que remite a tiempos mejores, en donde nosotros o nuestros antepasados indígenas vivíamos en equilibrio con la naturaleza y teníamos buenas cosechas sin problemas de plagas ni enfermedades y sin el uso de agroquímicos. Esta percepción le hace creer al agricultor que para cada problema fitosanitario hay una respuesta tradicional, sencilla y efectiva, lo cual no suele ser cierto. Los productores luchan día a día con suelos empobrecidos, con malos rendimientos, con plagas que no pueden controlar y con enfermedades de alta incidencia. Al comparar la situación actual con la de tiempos anteriores, es evidente que la presión por los recursos es mayor, que la agricultura es más intensiva, que el recurso tierra es muy limitado y que no se puede pensar en practicar largos períodos de descanso y barbecho, y mucho menos el sistema de nuestros antepasados de roza, tumba y quema.

Por último, la agricultura orgánica no consiste en la simple sustitución de plaguicidas sintéticos por plaguicidas naturales. Para desarrollar un agroecosistema orgánico saludable se requiere tiempo y es posible que en la etapa de transición sean necesarios de manera imprescindible los plaguicidas naturales, pero esta orientación no puede perdurar en el largo plazo, por ser reactiva y no proactiva, es decir, ataca los síntomas en lugar de las causas.

Estos errores conceptuales son comunes cuando un productor o proyecto incursiona en la agricultura orgánica motivado únicamente por el sobreprecio o el acceso a un nicho de mercado. Puede encontrarse un buen resumen sobre la agricultura orgánica en Kuepper (2000); y un análisis crítico de la agricultura convencional desde la perspectiva de la ética agrícola en

los trabajos de Freundeberger y Comstock (Hartel *et al.* 1992). Para un marco conceptual de la agricultura orgánica, ver Brenes (1998).

Los dos rieles del tren

Para lograr el objetivo de un manejo fitosanitario enfocado en las causas (preventivo) y no en los síntomas (correctivo-supresor), los productores orgánicos se deben enfocar en dos aspectos esenciales:

- Manejo del suelo y nutrición, especialmente a través de la incorporación de materia orgánica (MacCormack *et al.* 1993) y de un adecuado manejo ecológico del suelo (Primavesi 1982).
- Diversidad estructural y de procesos (Altieri 1983, Gliessman 2002).

En ambos casos, debe el productor tener siempre en mente el manejo preventivo de la fitosanidad. Sin embargo, este manejo preventivo, enfocado en las causas, requiere de conocimiento, atención, y herramientas que no siempre están a su alcance (McSorley 2002). El objetivo es diseñar sistemas donde la capacidad de carga o nivel de equilibrio sea menor. Los siguientes son algunos ejemplos de información que puede ser indispensable para el manejo:

- Conocer el ciclo de vida de la plaga, maleza o enfermedad. Conocer la relación plaga-hospedante y los mecanismos de resistencia (Kogan 1986).
- Conocer la relación que hay entre el estado nutricional y un problema fitosanitario específico (Graham 1983); por ejemplo, la relación entre la alternaria del fruto y la nutrición de calcio y boro en naranja (Fig. 1).
- Conocer los principales enemigos naturales de las plagas y sus requerimientos agroecológicos (hospedantes, hábitat, etc.).
- Evaluar el verdadero daño económico que causa un nivel determinado de la plaga.
- Disponer de herramientas alternativas de manejo eficientes y accesibles (agentes de control biológico, herramientas de trampeo mecánico, maquinaria agrícola adecuada, etc.).

Para desarrollar la agricultura orgánica, es necesario combinar el conocimiento tradicional campesino, la experiencia práctica del agricultor, los conocimientos que la ciencia ha desarrollado, y el análisis y diagnóstico de los especialistas en diversos campos agronómicos.



Figura 1. Pudrición basal del fruto de naranjo causada por *Alternaria citri* e inducida por una deficiencia de calcio y boro.

Por otro lado, es evidente que el desarrollo de tecnologías, insumos y opciones alternativas no cuenta actualmente con el mismo financiamiento con el cual cuenta el desarrollo de los plaguicidas. Esto se debe en gran parte a que el mercado es menor o a que se trata de alternativas que, como en el caso del control biológico clásico, se implementan una vez y actúan de manera permanente en el agroecosistema. La participación de los Estados, a través de centros de investigación y extensión, es una de las pocas maneras de promover estas técnicas no químicas.

La producción orgánica de América Latina es muy diversa e igualmente diversas son sus limitantes agronómicas. Las siguientes son algunas de las limitantes más comúnmente observadas:

Algunas limitantes recurrentes

Nutrición

Análisis de fertilidad de suelos

Stockdale *et al.* (2002) definen la fertilidad como la habilidad de un suelo de proveer las condiciones necesarias para el crecimiento de las plantas. Es el resultado de procesos físicos, químicos y biológicos que actúan en conjunto para proveer nutrientes, agua, aireación, y estabilidad a la planta.

El enfoque tradicional, así como la mayoría de los servicios de laboratorio disponibles, se concentran solamente en aspectos químicos y, dentro de estos, sólo en los contenidos nutricionales “extraíbles” o disponibles en el corto plazo. Normalmente, no se reportan

contenidos totales u otras fracciones menos disponibles. Sin embargo, dado que la agricultura orgánica no utiliza grandes dosis de fertilizantes sintéticos solubles, estas fracciones menos disponibles son importantes porque son la reserva que repone los nutrientes extraídos de la solución del suelo.

Fertilidad física

Herencia de la agricultura convencional es el enfoque en los contenidos químicos de un suelo y la poca atención a su fertilidad física. Muchos de los suelos tropicales son muy frágiles desde un punto de vista físico, pues son arcillosos, delgados, distróficos y se encuentran en zonas de alta precipitación. Los problemas de mal drenaje, compactación, reacciones redox, tablas de agua colgadas y mala estructura obstaculizan el desarrollo de una raíz saludable y propician futuros problemas fitosanitarios. Esta ha sido la experiencia en Costa Rica, con la citricultura convencional en la zona norte del país (Fig. 2), donde se dificulta la aplicación del principio del fitopatólogo Edgar Vargas (Universidad de Costa Rica): “manejar los problemas fitosanitarios con buenas raíces”.



Figura 2. Ultisol en Medio Queso, Alajuela, Costa Rica. Obsérvese la capa poco permeable con altos contenidos de Fe y Mn, que impide la percolación del agua infiltrada. Se genera una tabla de agua colgada y reacciones redox que liberan Fe en formas fitotóxicas. El crecimiento radical se detiene (Mata, R., 2003, comunicación personal).

Bajo la definición de Stockdale, un suelo con buenos contenidos de nutrientes extraíbles podría ser poco fértil de no contar con los procesos físicos y biológicos adecuados. Una raíz con problemas en el suministro de agua o de aire, o que crece en suelos con mala estructura, no podrá aprovechar esos nutrientes. Los servicios de laboratorio de análisis de propiedades físicas y biológicas de los suelos no se encuentran disponibles y accesibles a los agricultores de manera comercial en el mismo grado en que lo están los análisis de nutrientes extraíbles.

Pocas fuentes para suplir nitrógeno a un costo razonable

Esta limitante no es tan sentida por productores de zonas marginales con cultivos “naturales” o de producción agroforestal poco intensiva y de bajos costos, donde la producción no se maximiza y los costos e ingresos están distribuidos en una gran cantidad de rubros, como es el caso de los productores de cacao, banana y, en algunos casos de Suramérica, de café.

Sin embargo, en condiciones donde la tierra es un recurso escaso, los costos de producción son mayores y la diversidad de cultivos es menor —agricultura orgánica más intensiva y especializada— es necesario aumentar los rendimientos por área. El nitrógeno es la principal limitante a este fin. Este es el caso de muchos productores de hortalizas, frutales y el caso del café del Valle Central de Costa Rica.

El uso de abonos orgánicos es una buena estrategia, pero a medida que la escala del proyecto aumenta, el costo se vuelve una carga pesada para el flujo de caja del proyecto. Esto es especialmente cierto si la finca está lejos de las principales zonas productoras de compost (en el caso de Costa Rica, el compost se produce sobre todo de los desechos de la caña y el café en el Valle Central). Considerando las grandes bondades del compost, se debe reconocer que una de las principales desventajas de su uso es el gran gasto energético de producirlo y transportarlo, dados sus elevados volúmenes. El compostaje *in situ* podría ser más válido pero requiere de una mayor capacitación.

Las coberturas y los abonos verdes parecen una mejor estrategia en el largo plazo, pero no siempre hay información, semilla suficiente o experiencias locales validadas. Se deben explorar las ventajas y desventajas de los distintos socios posibles (Figs. 3 y 4). En Centroamérica, Vecinos Mundiales y Cosecha realizaron el trabajo pionero, y ahora se puede ubicar información en Honduras, en el Centro Internacional de

Información en Cultivos de Cobertura - CIDICCO. La Escuela Agrícola Panamericana (Zamorano), también en Honduras, ha trabajado con el enfoque de MIP en laderas, incorporando al enfoque tradicional de manejo de plagas aspectos de conservación de suelos.



Figura 3. Uso de *Arachis pintoi* (maní forrajero) en naranja. Boca Arenal, Alajuela, Costa Rica.



Figura 4. Uso de *Stizolobium* sp. (mucuna o frijol de abono) en naranja. Dos Ríos de Upala, Alajuela, Costa Rica.

El ciclo del nitrógeno y la materia orgánica

Es importante señalar la necesidad de un manejo del ciclo del nitrógeno más técnico y menos empírico. El simple aporte de materia orgánica no necesariamente beneficia el cultivo, especialmente si es de ciclo corto. El aporte de materiales con alta relación C:N o la incorporación de residuos de cultivos pueden provocar

una inmovilización temporal del N. En el caso de leguminosas de grano usadas como cultivos de cobertura, si se permite que finalicen su ciclo y se extrae su cosecha, se puede tener una pérdida neta de N por ha. (Watson 2002).

Por otro lado, usar materiales ricos en C después de una aplicación abundante de estiércoles, así como la incorporación de leguminosas de cobertura, pueden prevenir la lixiviación de nitratos en condiciones de alta precipitación (Watson 2002).

Es importante también mencionar la necesidad de la sincronización entre la liberación del nitrógeno y la demanda del cultivo. Berry *et al.* (2002) indican que en Europa los cultivos orgánicos experimentan como promedio una reducción de los rendimientos del 20 al 40%, pero que el análisis de los aportes de nitrógeno muestra que se suplen los kg/ha necesarios. El problema es el momento del aporte y las pérdidas. Dentro de este contexto, es importante entender que no todas las enmiendas orgánicas se comportan de igual manera en términos de liberación. La relación C:N y el tipo de fracción (lábil, recalcitrante, etc.) influyen en la velocidad de liberación. Los estiércoles frescos pueden aportar mayor cantidad de nitrato en el corto plazo, lo cual es útil para cultivos anuales, pero carecen de muchos de los beneficios que aporta el compost en el largo plazo.

Shepherd *et al.* (2002) mostraron que los análisis de materia orgánica total no arrojan información de calidad sobre el estado del suelo, ya que omiten separarla en las distintas fracciones que tienen distintos efectos, tanto en el nivel nutricional como en el de estabilidad de la estructura y el microbiológico.

Rotación

Los beneficios de la rotación son múltiples, pero ha sido debilitada por la especialización que promueve la agricultura convencional. La rotación de cultivos no solo es una herramienta clave para el manejo de plagas y enfermedades, sino que es también esencial para un buen manejo del suelo. Las distintas arquitecturas de raíces mejoran la estructura del suelo (Watson *et al.* 2002). La rotación es tan importante que ha sido incorporada como un requisito de la norma orgánica de los EUA (7CFR 205.205).

Algunas de los factores que limitan la implementación de la rotación de cultivos en la agricultura orgánica son la falta de mercados más diversos,

que demanden una mayor variedad de productos, y la falta de conocimiento sobre rotaciones efectivas desde el punto de vista agronómico (MacCormack 1993) y económico. El desarrollo de la agricultura orgánica bajo un modelo exportador ha limitado algunos proyectos a uno o pocos cultivos, para los que se ha logrado un mercado diferenciado atractivo, dificultando la diversidad de los sistemas y favoreciendo la especialización que se ha criticado en la agricultura convencional.

Erosión

La producción orgánica se basa en el mejoramiento y enriquecimiento del suelo, proceso que tarda décadas y que se puede perder en minutos si no se controla la erosión. El problema de la erosión es serio en América Central, donde la expansión agrícola y la concentración de tierras han desplazado a los pequeños productores hacia zonas marginales (agricultura de ladera), donde las tierras son pobres y el potencial erosivo es alto. El control de la erosión debe ser una prioridad, pero la experiencia ha demostrado que es difícil de implementar, porque implica un costo muy elevado en el corto plazo para obtener un beneficio diferido en el largo plazo. Sin embargo, no tiene sentido invertir en costosos abonos orgánicos si no se controla el problema de la erosión.

Solubilidad de las fuentes de fósforo

La única fuente minada natural permitida en agricultura orgánica es la roca fosfórica. Se puede suplir fósforo también a través del compost, la harina de hueso y otras fuentes, pero en menor cantidad. Todas estas fuentes suplen un fósforo de lenta liberación. En el caso de cultivos de ciclo corto sembrados en suelos tropicales carentes de fósforo, esta carencia puede ser una limitante de consideración.

Menor disponibilidad de fuentes aprobadas

De manera general, la normativa de certificación internacional solo permite fuentes naturales de nutrientes. En muchos casos, los minerales naturales se utilizan como materias primas para producir fertilizantes sintéticos de mayor solubilidad, pero estos no se encuentran comercialmente disponibles o fácilmente accesibles para los agricultores. Tal es el caso de la roca fosfórica, el cloruro de potasio minado, el sulfato de potasio, el nitrato de potasio, el sulfato de magnesio y las sales de boro, entre otros.

Hemos observado también como en América Latina, en el nivel de punto de venta de insumos agrícolas en zonas rurales, los vendedores desconocen si los productos que venden son de origen minado o no, y las etiquetas no brindan esta información. De esta manera, el agricultor que conoce la norma tiene enormes dificultades para abastecerse de productos permitidos.

Enfermedades

En el trópico húmedo, las enfermedades foliares son una de las limitantes más importantes, después del manejo de suelo. Estas se agravan por el hecho de que algunos de los cultivos son originarios de zonas templadas y no están adaptados a estas condiciones, además de que las variedades disponibles son muy susceptibles a las enfermedades.

Las enfermedades de suelo, por el contrario, se pueden controlar en suelos orgánicos bien desarrollados, gracias a mecanismos de control natural favorecidos por el cultivo orgánico y la incorporación de materiales orgánicos. Sin embargo, debe tenerse mucho cuidado con el manejo de los desechos orgánicos y compost inmaduros, porque podrían favorecer algunos patógenos de suelo (Hoitink 1997).

Selección de variedades

La gran mayoría de las variedades comercialmente disponibles ha sido seleccionada bajo criterios de productividad o de calidad cosmética (forma, tamaño, color). En este proceso de selección, a veces se sacrifica la resistencia a plagas y enfermedades o la tolerancia a baja fertilidad. Watson (2002) indica que la arquitectura radical debe ser una variable indispensable en la selección de variedades orgánicas, porque influye en la exploración del perfil del suelo y en la habilidad de extraer nutrientes.

Plagas

El problema de las plagas en el trópico húmedo no es tan importante como el de las enfermedades fungosas, al menos en comparación con zonas templadas más secas. En términos generales, la mayor diversidad que hay en los trópicos permite un control natural basado en el equilibrio de poblaciones, y muchos productores orgánicos toleran mayores daños y conviven con la presión de las plagas. Sin embargo, hay casos específicos de plagas de difícil manejo por su gran adaptación a las condiciones agroecológicas, por su ciclo de vida corto o por su agresividad. Esto es especialmente cierto en el período

de transición, cuando no se han alcanzado muchos de los equilibrios naturales (MacCormack *et al.* 1993).

Una desventaja de la agricultura orgánica enfocada en el mercado de exportación es que normalmente causa una especialización donde se dificulta la rotación de cultivos y el policultivo, ambas formas de proveer diversidad y favorecer el control natural de las plagas.

Malezas

El tema de las malezas, mejor llamadas plantas arven- ses, se puede enfocar desde cuatro ángulos:

1. *El costo del control.* Usualmente, en la agricultura orgánica de América Latina el control es manual y el costo es elevado. Se dice que esto es una ventaja porque favorece la mano de obra local, pero se debe reconocer que en muchas regiones la mano de obra es cara y limitada.
2. *El daño por competencia o alelopatía.* Algunas fincas orgánicas toleran una presión alta de malezas, pero es evidente que los rendimientos o la calidad del cultivo disminuyen. Por ejemplo, en el caso concreto del eucalipto y los cítricos en Brasil, los trabajos del Dr. P.L. Alves y L. de Souza han mostrado que hay un efecto perjudicial de *Braquiaria decumbens* sobre el desarrollo de árboles pequeños. Esta es una planta muy utilizada en pasturas tropicales y no es poco frecuente el establecimiento de cultivos en terrenos que antes eran pasturas con esta especie. Observaciones personales del autor en la zona norte de Costa Rica confirman lo difícil que resulta establecer un cultivo de naranja orgánica donde hay alta presencia de *Braquiaria* sp. (Fig. 5). El productor orgánico debe tener en cuenta el historial del uso del terreno antes de establecer su cultivo.
3. *Las posibilidades de cultivar áreas mayores.* Si la mano de obra es una limitante y el control es manual, el productor no podrá extender su área de producción. Son menos conocidos en Centroamérica los muchos implementos mecánicos para controlar malezas (Fig. 6), de uso muy frecuente en países templados (ver página web del *Appropriate Technology Transfer in Rural Areas*, www.attra.org). Sin embargo, el uso excesivo del control mecánico puede fomentar la erosión y la compactación del suelo.



Figura 5. Efecto de la presencia de *Braquiaria* sp. en el establecimiento de un cultivo de naranja orgánica. Dos Ríos de Upala, Alajuela, Costa Rica.

4. *Los beneficios de las malezas.* El beneficio de hospedar enemigos naturales (Fig. 7), reducir la erosión, mejorar la estructura del suelo y reducir la atracción del cultivo a las plagas puede ser mayor que los perjuicios causados por la competencia (MacCormack 1993). De gran valor para el área de América Central han sido los innovadores trabajos de Mexzón (1993a y b), quien fomenta el control natural a través del manejo de la vegetación. Por otro lado, las malezas pueden ser excelentes indicadores de la fertilidad de un suelo, conocimiento que algunos agricultores aún conservan pero que ha sido muy poco documentado y utilizado.

Los cultivos de cobertura son una buena alternativa pero se debe estudiar en cada caso específico si esta puede ser hospedante de alguna plaga o enfermedad, y si la cobertura compite con el cultivo. Tal es el caso de algunas leguminosas en cereales (Watson 2002). Se pueden revisar algunos conceptos de manejo integrado de malezas en Koch y García (1989) y de control biológico de malezas en Te Beest *et al.* (1992).

Opciones disponibles para el manejo fitosanitario

Existen opciones para el manejo de problemas fitosanitarios sin el uso de plaguicidas sintéticos, pero el productor no siempre las conoce. Algunas han sido desarrolladas por centros de investigación, otras son producto del ingenio creativo de agricultores orgánicos que han hecho la transición con éxito. Sin embargo, escapa de los objetivos de esta ponencia el describirlos en detalle. Se remite al lector a las múltiples fuentes que sirven de ilustración como, por ejemplo, la recopilación hecha por García, Fuentes y Nájera (1992 y 1995), y Stewart (2001).



Figura 6. Uso de cortadoras de brazo lateral para el control de malezas en la banda del árbol sin el uso de herbicidas. Los Lirios, Alajuela, Costa Rica.

Insumos permitidos

Al igual que en el caso del manejo de la nutrición, muchos de los productos comerciales permitidos no se encuentran registrados o comercialmente disponibles en nuestros países y, de encontrarse, son poco conocidos por los pequeños productores (quizás una de las pocas excepciones es el caso del *Bacillus thuringiensis*).

Algunos insumos que deben promoverse más entre los productores orgánicos son las feromonas, donde hay ya productos desarrollados para algunas plagas como el joboto o gallina ciega, el picudo del chile, el picudo de las musáceas y el gusano de las crucíferas, entre otras. En el caso de los hongos entomopatógenos y los parasitoides, ha sido pionero el trabajo iniciado en Costa Rica por la Liga Agro Industrial de la Caña (LAICA), secundado por otras instituciones públicas y privadas. Estos campos han sido mucho más desarrollados en Cuba y Colombia, pero en Centroamérica están en franco desarrollo y esperamos que poco a poco logren penetrar el mercado. Un esfuerzo importante en este campo lo constituye el Proyecto

CATIE/GTZ “Fomento de Bioplaguicidas por el Sector Privado en América Central” (www.bioplaguicidas.org).

Sin embargo, no todos los productos formulados como bioplaguicidas son reconocidos por todas las agencias certificadoras, las cuales operan bajo distintas normas de producción orgánica. Hay algunas restricciones de los genéricos permitidos como ingrediente activo, tanto de las fuentes de esos genéricos como del proceso de su fabricación. Debe estudiarse con cuidado la lista de productos permitidos y las observaciones que cada producto pueda tener. Además, la norma federal de producción orgánica de los EUA —en vigencia desde octubre del 2002—, también ha regulado los inertes que se usan en las formulaciones de plaguicidas comerciales. Dicha norma solo permite inertes incluidos en la Lista de Inertes No. 4 de la Agencia de Protección Ambiental (EPA). Puesto que la información sobre inertes no forma parte de la etiqueta y comúnmente se considera como información confidencial del fabricante, es muy difícil para el promotor, el productor, y el asesor orgánico decidir cuáles marcas comerciales son conformes a la norma y cuáles no.



Figura 7. Uso de girasol para atraer enemigos naturales en un campo de naranja. Dos Ríos de Upala, Alajuela, Costa Rica.

Asimismo, debe tenerse en cuenta que el uso de feromonas, repelentes y controladores biológicos está más cercano a un enfoque preventivo que el uso de biocidas naturales con los cuales se perpetúa el enfoque correctivo. No están exentos estos productos de efectos indeseados, tanto en la salud humana como en el ambiente, y se requiere estudiarlos y promoverlos con un alto grado de responsabilidad, ética profesional y prudencia (Fig. 8).



Figura 8. Uso excesivo de sulfato de cobre para el control de enfermedades foliares en café.

Los retos de la transición

Durante la etapa de transición de sistemas convencionales a orgánicos, los problemas fitosanitarios y de deficiencias nutricionales son más severos y requieren una cuidadosa atención (MacCormack *et al.* 1993, McSorley 2002). Ante esta realidad, el agricultor debe reconocer que una de las ventajas del control químico es su alta eficacia en el corto plazo; puede reducir drásticamente las poblaciones de organismos plaga de manera rápida, barata y sencilla (McSorley 2002). Castañeda (1995) presenta de manera clara algunos de los retos más importantes al iniciar la transición.

Es importante que el agricultor comprenda que, en el período de transición, su manejo del cultivo será orgánico pero es probable que el comportamiento del mismo y el desarrollo de plagas y enfermedades no se equilibren sino hasta algunos años después. Este período es necesario para permitir que los procesos naturales (nutrición, equilibrio de poblaciones, etc.) se restablezcan. McSorley (2002) lo llama el período de *inducción* previo al período de *supresión*. Su longitud es variable, dependiendo del sistema plaga-hospedante, y es muy común la necesidad de mantener tácticas correctivas (plaguicidas botánicos) mientras se implementan otros procesos (MacCormack 1993).

El problema más importante es la falta de planeación y de expectativas claras y realistas. Como se mencionó anteriormente, algunos productores definen la producción orgánica por lo que no se hace (no aplicar ningún plaguicida). Sin embargo, si se parte de un modelo convencional donde los distintos elementos interactúan entre sí y son interdependientes, se entiende por qué al suspender los agroquímicos el

estado nutricional y la fitosanidad del cultivo desmejoran tanto. Aunque no siempre disminuyen los rendimientos y no se puede generalizar, es un factor que los productores deben medir con cuidado (The adoption of Organic Production among Small Farmers in Latin America 2002).

Algunas de las ventajas y principios operativos de la agricultura orgánica son ciertos y efectivos cuando el sistema orgánico ya está establecido, pero no durante el tiempo de transición. Algunos de estos conceptos, si se toman de manera dogmática, pueden generar en el productor expectativas poco realistas. Algunos de ellos son:

“Una planta bien nutrida no se enferma ni es atacada por plagas”

Esto es cierto en el caso de patógenos oportunistas, en el caso de plantas que pueden compensar la pérdida de biomasa por su rápido crecimiento vegetativo, o en el caso de enfermedades vinculadas a deficiencias nutricionales. Pero no será cierto en el caso de patógenos o plagas muy agresivos, que han coevolucionado con el cultivo y desarrollado el bagaje genético necesario para vencer las barreras que este le impone.

“Suelo sano, planta sana”

Esto es cierto en términos generales, pero no se debe olvidar que, durante la etapa de transición, el suelo podría no estar sano aún.

“La naturaleza trabaja para nosotros, dejemos que el control natural se encargue de las plagas”

Nuevamente, es cierto si el agroecosistema ha alcanzado un nivel de estabilidad y diversidad que permita cierta resistencia. Sin embargo, si se parte de un agroecosistema convencional, que presenta desbalances, no se puede esperar un gran nivel de control natural en la etapa de transición.

Por lo tanto, es necesario diseñar cuidadosamente el período de transición. Una alternativa válida consiste en combinar tácticas e ir introduciendo elementos de manejo preventivo sin descuidar las herramientas de control correctivo. Por ejemplo, se puede establecer un esquema de rotación de cultivos, incorporar materia orgánica, mejorar el manejo de las rondas para promover el hábitat de los enemigos naturales, utilizar plaguicidas con un espectro de acción más estrecho y de menor persistencia, implementar el monitoreo de la plaga y los enemigos naturales y utilizar

cultivos de cobertura, entre otros (McSorley 2002). El uso de insecticidas botánicos es casi siempre necesario durante la transición (MacCormack *et al.* 1993). El uso de enmiendas orgánicas puede ir mejorando la capacidad supresora del suelo (Hoitink 1997). Si la presión de la plaga no es muy fuerte y se dispone de insumos orgánicos permitidos y eficientes para el control correctivo, se puede hacer la transición bajo la norma orgánica de inmediato.

Luna y House, citados por McSorley (2002), indican que el período de transición se puede definir como un período durante el cual se reducen los *insumos materiales* (fertilizantes, plaguicidas) y se aumentan los *insumos de información y diseño* (control biológico, rotación de cultivos, control cultural, ecología de suelos). Se invierte mayor cantidad de esfuerzo y tiempo en el diseño de un sistema que minimice la necesidad de intervención (Levin, citado por Brenes 1994).

Gran parte de la información necesaria puede no estar disponible o no haber sido desarrollada aún, por lo que resulta indispensable la asignación de recursos, el compromiso y el esfuerzo concertado de productores, instituciones de investigación y de extensión en el desarrollo de propuestas de validación, similares a las que se han llevado a cabo en Centroamérica en manejo integrado de plagas (Hilje y Ramírez 1992). No se puede esperar una oferta de propuestas viables de manejo orgánico de cultivos sin invertir en su desarrollo; y no es conveniente comparar el desempeño de los sistemas convencionales y los orgánicos cuando la inversión en su investigación y desarrollo ha sido tan desigual. La pregunta que algunos se hacen es ¿cuál sistema es más eficiente, más rentable, más sencillo o más productivo?, en lugar de ¿cuál sistema es más conveniente? El esfuerzo en asignación de recursos financieros, técnicos y humanos debe ser consecuente con lo que se considere más conveniente para el desarrollo sostenible de nuestros países.

El acceso a los mercados, los costos y los sobrepuestos

Aunque se afirmó en la Introducción que esta presentación se limitaría a aspectos agronómicos, el plan de manejo de un cultivo tiene costos y flujos de caja relacionados con el precio y el mercado para asegurar una buena rentabilidad. La agricultura orgánica de América Latina depende todavía, en gran medida, de los sobrepuestos y la exportación. Estos sobrepuestos fueron elevados para la mayoría de los cultivos y siguen siendo altos para productos en los cuales la oferta es baja

(el caso de algunas frutas tropicales, especies y medicinales); por lo tanto, compensaron o subsidiaron los bajos rendimientos. Algunos productos se producen bajo modelos orgánicos, donde los costos son mayores o los rendimientos menores, pero el sobreprecio permite que sean rentables, como es el caso del café orgánico en muchas fincas en Costa Rica. En el caso de las hortalizas, Cussianovich (1998) estudió diez cultivos y en siete casos el sistema orgánico era más rentable que el convencional. Sin embargo, de esos siete casos, tres dependían de un sobreprecio para ser más rentables que sus homólogos convencionales.

Por otro lado, la tendencia es a la reducción de los sobreprecios, quizás a no más de un 20%. La experiencia de los productores de banano para puré y naranja para jugo, entre otros, así lo demuestra. El mercado orgánico sigue siendo proporcionalmente pequeño, de manera que puede sufrir variaciones muy grandes con que solo uno o dos productores ingresen o uno o dos compradores salgan. Lograr relaciones duraderas y estables con los clientes es una de las claves del éxito, y reducir los costos de producción es otra. No se deben establecer planes de manejo orgánicos mucho más caros que los convencionales basados únicamente en el hecho de que un sobreprecio muy alto así lo permite.

Otro factor que afecta los precios es que algunos productos orgánicos ofertados en el mercado mundial realmente provienen de fincas con muy poco manejo. Son sistemas naturales de baja producción con mínima intervención y por lo tanto mínimos costos, como en el caso de algunos proyectos de café en Suramérica, de mango en el sur de México o de cacao en Centroamérica. Esto hace que oferten sus productos a bajos precios, contra los cuáles no pueden competir productores orgánicos con planes de manejo más proactivos y con mayores costos asociados.

La tendencia a la baja de los sobreprecios va a sacar del mercado a los productores orgánicos con costos altos o bajos rendimientos. Se percibe en el futuro un reto importante por reducir los costos y lograr mejorar los rendimientos y la calidad. Lamentablemente, el mercado internacional orgánico, dado el aumento en la oferta y la masificación de los canales de comercialización, eleva cada vez más los parámetros de calidad, muchos de ellos cosméticos. Todo esto debe considerarse al establecer estrategias de acceso a mercados (Taller "El comercio de los productos orgánicos centroamericanos" 2001).

Por otro lado, al depender de la diferenciación del producto en un mercado especializado, se hace indispensable la certificación. Es cierto que la certificación agrega valor al producto, pero también aumenta los costos y limita las alternativas de manejo agronómico al quedar la finca dentro de una normativa internacional que no necesariamente se ajusta a las particularidades de cada agroecosistema ni de cada condición sociocultural.

Agradecimiento

Mi reconocimiento a todos los agricultores de América Latina que han hecho un esfuerzo por practicar una agricultura diferente. Son muchos y son ellos quienes asumen los verdaderos riesgos y retos.

Literatura citada

- Altieri, M. 1983. Agroecología, bases ecológicas de la agricultura alternativa. Berkeley, California, US, Universidad de California.
- Berry, PM; Sylvester-Bradley, R; Philipps, L; Hatch, DJ; Cuttie, SP; Rayns, FW; Gosling, P. 2002. Is the productivity of organic farms restricted by the supply of available nitrogen? *Soil Use and Management* 18(Suppl.: Soil Fertility in Organically Managed Soils): 248 - 255.
- Brenes, L. 1994. Elementos básicos y comunes de los distintos movimientos de agricultura alternativa. Conferencia inaugural de la Sección de Agricultura Orgánica, Congreso Internacional de Manejo Integrado de Plagas (5, 18-22 de julio, 1994, San José, CR).
- _____. 1998. Marco conceptual de la producción orgánica o amigable al ambiente. In Rosales, FE. ed. 1999. Producción de banano orgánico y/o ambientalmente amigable. Memorias. Red Internacional para el mejoramiento del banano y el plátano (INIBAP). Montpellier, FR.
- Castañeda, O. 1995. Transición de la agricultura convencional a la agricultura orgánica: El proceso, los costos y las consecuencias. In García G, JE; Monge-Nájera, J. comp. Simposio Centroamericano sobre Agricultura Orgánica (6-11 de marzo, 1995, Costa Rica). Memorias. San José, CR, EUNED. p. 351-362.
- Cussianovich, P. 1998. La Agricultura Orgánica: una alternativa económica para mejorar la calidad de vida. San José, CR, IMAS. 98 p.
- Damiani, O. 2002. Pequeños productores rurales y agricultura orgánica: Lecciones aprendidas en América Latina y el Caribe. Roma, IT, Oficina de Evaluación y Estudios del Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola. (Documentos del FIDA, diciembre).
- García, JE. 1997. La agricultura orgánica en Costa Rica. *Acta Académica* 20: 74-83.
- _____; Fuentes G, G. 1992. Opciones al uso unilateral de plaguicidas en Costa Rica: Pasado - Presente - Futuro. v. 1. San José, CR, EUNED. 149 p.
- _____; Fuentes G, G; Monge-Nájera, J (eds.). 1995. Opciones al uso unilateral de plaguicidas en Costa Rica: Pasado - Presente - Futuro. v. 2. San José, CR, EUNED. 212 p.
- _____. 2001. Situación actual y perspectivas de la agricultura orgánica en y para Latinoamérica. In Simposium Internacional sobre Agricultura Orgánica, Congreso

- Nacional de la Sociedad Nacional de Agricultura Sostenible (25-28 de noviembre, 2001, Veracruz, MX).
- Gliessman, S. 2002. Agroecología. Procesos Ecológicos en Agricultura Sostenible. Turrialba, CR, CATIE.
- Graham, RD. 1983. Effect of nutrient stress on susceptibility of plants to disease, with particular reference to trace elements. *Advances in Botanical Research* 10:221-276.
- Hartel, PG; George, KP; Vorst, J (eds.). 1992. Agricultural Ethics: issues for the 21st century. Symposium of the Soil Science Society of America, American Society of Agronomy, and the Crop Science Society of America (oct. 31-nov. 5, 1992, Minneapolis, US). Proceedings. (ASA publication no. 57).
- Hilje, L.; Ramírez, O. 1992. Una propuesta comprensiva para el desarrollo de programas de manejo integrado de plagas (MIP) en América Central. *Manejo Integrado de Plagas* 24-25: 63-71.
- Hoitink, HAJ; Stone, AG; Han, DY. 1997. Supresión de enfermedades mediante compost. *Agronomía Costarricense* 21:25-33.
- Koch, W; García, G, JE. 1989. Aspectos relacionados con el manejo integrado de las malezas. *Revista de la Sociedad Colombiana de Control de Malezas y Fisiología Vegetal (COMALFI) XVI(3):* 19-25.
- Kogan, M. 1986. Plant defense strategies and host plant resistance. In Kogan, M. ed. *Ecological theory and integrated pest management practice*. New York, US, Wiley. p. 83-134.
- Kuepper, G. 2000. An Overview of Organic Crop Production. USA: *Appropriate Technology Transfer for Rural Areas*. 28 p.
- MacCormack, H; Tracy, D; Kapuler, A. 1993. *The Transition Document: toward and environmentally sound agriculture*. 3 ed. Estados Unidos, Oregon Tilth Research and Education Committee. 93 p.
- McSorley, R. 2002. Nematode and insect management in transitional agricultural systems. In *Proceedings of the workshop Pest management during transition from conventional to organic farming* (22-25 de Julio, 2002, Sacramento, California, US). *HortTechnology* 12(4): 597-600.
- _____. 1993a. Insectos visitantes de malezas: manejo y conservación de la vegetación para incrementar los enemigos naturales de plagas de la palma aceitera (*Elaeis guineensis*). San José, CR, Universidad de Costa Rica. 11 p.
- Mexzón, R. 1993b. Insectos visitantes de las malezas en el cultivo del pejibaye (*Bactris gasipaes*) en Guápiles, Costa Rica. San José, CR, Universidad de Costa Rica. 11 p.
- Primavesi, A. 1982. *El manejo ecológico del suelo. La agricultura en regiones tropicales*. 5 ed. Buenos Aires, AR, Librería El Ateneo.
- Shepherd, MA; Harrison, R; Webb, J. 2002. Managing soil organic matter- implications for soil structure on organic farms. *Soil Use and Management* 18(Suppl.: Soil Fertility in Organically Managed Soils): 284-292.
- Stewart, A. 2001. Commercial biocontrol—reality or fantasy? In *Australasian Soilborne Diseases Symposium* (2, 5-8 marzo, 2001, Lorne, AU). *Australasian Plant Pathology* 30:127-131.
- Stockdale, EA; Shepherd, MA; Fortune, S; Cuttle, S.P. 2002. Soil fertility in organic farming systems - fundamentally different?. *Soil Use and Management* 18(Suppl.: Soil Fertility in Organically Managed Soils): 301-308.
- Taller "El comercio de los productos orgánicos centroamericanos: lineamientos para la construcción de una estrategia regional y el desarrollo de los mercados locales" (27 de abril, 2001, San José, CR). 2001. Memoria. San José, CR.
- Te Beest, DO, Yang, XB; Cisar, CR. 1992. The status of biological control of weeds with fungal pathogens. *Annual Review of Phytopathology* 30:637-657.
- The adoption of Organic Production among Small Farmers in Latin America: opportunities and challenges (11-12 setiembre, Roma, IT). 2002. Workshop Report.
- USDA (United States Department of Agriculture). 2001. Agricultural Marketing Service, National Organic Program Final Rule. Federal Register Feb 13, 2001. 7 CFR Part 205, [Docket Number: TMD-00-02-FR] RIN: 0581-AA40.
- Watson, CA; Atkinson, D; Gosling, P; Jackson, LR; Rayns, FW. 2002. Managing soil fertility in organic farming systems. *Soil Use and Management* 18(Suppl.: Soil Fertility in Organically Managed Soils): 239-247.

Patogenicidad del virus costarricense del mosaico dorado de *Sida* (SiGMCRV) en varias especies de plantas cultivadas

Juan Jovel¹
Esmeralda Ruiz

RESUMEN. Se evaluó el ámbito de hospedantes cultivados del virus costarricense del mosaico dorado de *Sida* (SiGMCRV). Asimismo, se estudió la interacción del SiGMCRV con el virus africano del mosaico de la yuca (ACMV), el virus del mosaico del abutilón (AbMV), el virus del mosaico dorado del tomate (TGMV, cepa común), y el virus de la hoja rizada de la remolacha (BCTV), en plantas de *Nicotiana benthamiana* y *N. tabacum* cv. Samsun NN. El ámbito de hospedantes del SiGMCRV incluyó a todos los cultivos evaluados. La variedad criolla de frijol (*Phaseolus vulgaris*) 'sacapobres rojo' y una variedad nicaragüense de grano rojo no identificada presentaron síntomas muy severos, mientras la variedad 'Talamanca' y la línea DOR 364 fueron resistentes a la infección con el SiGMCRV. Los síntomas fueron severos en tabaco (*N. tabacum*), moderados en tomate (*Lycopersicon esculentum*) y prácticamente ausentes en chile dulce (*Capsicum annuum*) y pepino (*Cucumis sativus*). La incidencia, por otro lado, fue muy alta en las variedades susceptibles de frijol (80%), nula en la variedad 'Talamanca' y la línea DOR 364, baja en el caso del tomate (35%) y muy baja en pepino (8%). En chile dulce, la incidencia fue del 83% cuando las plantas fueron inoculadas con el método de balística, pero nula en el caso de agroinoculación. En general, ninguno de los virus coinoculados con el SiGMCRV incrementó la severidad de la infección y más bien redujeron la severidad y la incidencia en el caso de tomate y tabaco. En *N. benthamiana*, las plantas presentaron un fenotipo correspondiente a uno de los virus coinoculados y algunas plantas con sintomatología típica del virus competidor la modificaron para exhibir claramente los síntomas del SiGMCRV, sugiriendo que este último había dominado al virus competidor. Se discuten también las implicaciones que estos hallazgos tienen para el manejo integrado de enfermedades virales.

Palabras clave: Geminivirus, SiGMCRV, ámbito de hospedantes, epidemiología.

ABSTRACT. Pathogenicity of *Sida* golden mosaic Costa Rica virus (SiGMCRV) on several crop plants. The host range of the *Sida* golden mosaic Costa Rica virus (SiGMCRV) was explored. In addition, the interaction of the SiGMCRV with the African cassava mosaic virus (ACMV), abutilon mosaic virus (AbMV), tomato golden mosaic virus (TGMV) and beet curly top virus (BCTV) was studied in *Nicotiana benthamiana* and *N. tabacum* cv. Samsun NN. The host range of the SiGMCRV included all the crop species evaluated. The creole variety of red bean 'sacapobres rojo', as well as an unidentified Nicaraguan variety, exhibited very severe symptoms, whereas the Talamanca variety and the DOR 364 line were resistant to the infection with SiGMCRV. The symptoms were severe in tobacco (*N. tabacum*), but rather mild in tomato (*Lycopersicon esculentum*) and barely perceivable in pepper (*Capsicum annuum*) and cucumber (*Cucumis sativus*). On the other hand, the incidence was very high in the susceptible varieties of bean (80%), but low in tomato (35%) and lower still in cucumber (8%). In pepper, the incidence was 83% when the plants were inoculated by bombardment of gold particles coated with DNA, but none of the 120 agroinoculated plants became infected. None of the viruses co-inoculated with the SiGMCRV increased the severity of the infection, rather, they attenuated both the incidence and severity of SiGMCRV in tomato and tobacco plants. In *N. benthamiana*, the plants showed a phenotype corresponding to one of the viruses inoculated. However, some plants initially exhibiting a symptomatic phenotype typical of the competing virus deployed symptoms typical of the SiGMCRV in later stages of the disease, thus suggesting that SiGMCRV predominated over the competing virus. The significance of these findings is discussed in the context of integrated management of viral diseases.

Key words: Geminiviruses, SiGMCRV, host range, epidemiology.

¹ Instituto de Biología Molecular y Virología de Plantas. Universidad de Stuttgart, Alemania. juan.jovel@po.uni-stuttgart.de

Introducción

Al menos dos aspectos de la ecología de las malezas del género *Sida* resultan especialmente llamativos cuando son consideradas en el contexto de epidemias virales en campos de cultivos. El primero es su ubicuidad: su distribución geográfica se extiende a prácticamente todas las regiones tropicales y subtropicales del continente americano, donde se encuentran asociadas a una gran variedad de cultivos agrícolas tradicionalmente afectados por enfermedades virales, como es el caso del tomate, frijol, chile dulce, y varias especies de cucurbitáceas. El segundo aspecto es la frecuencia con que estas malezas exhiben un fenotipo similar al de plantas infectadas con virus: enanismo, mosaicos, clorosis y arrugamiento del follaje, entre otros. Además, varios geminivirus han sido aislados y clonados de plantas de *Sida* recolectadas en campos de Florida (Abouzid *et al.* 1998), Honduras (Frischmuth *et al.* 1997b), Costa Rica (Höfer *et al.* 1997b) y Brasil (Jovel *et al.* 2003).

Los geminivirus son patógenos de plantas que se han convertido en una seria amenaza para la agricultura en diversas regiones tropicales y subtropicales alrededor del mundo (Moffat 1999), debido a una serie de factores que incluyen el transporte interregional de material vegetal, el incremento y la diversificación de las poblaciones de insectos vectores (Polston y Anderson 1997) y, posiblemente, la recombinación entre diferentes geminivirus que coinfectan las mismas plantas hospedantes (Padidam *et al.* 1999). La familia *Geminiviridae* ha sido dividida en tres géneros: *Mastrevirus*, *Curtovirus*, y *Begomovirus* (Rybicki *et al.* 2000). Los begomovirus son transmitidos por un complejo de biotipos de moscas blancas (*Bemisia tabaci* Genn.), infectan plantas dicotiledóneas y, en su gran

mayoría, poseen genomas bipartitos, cuyos componentes son designados ADN A y ADN B (Fig. 1). El ADN A codifica las proteínas requeridas para la replicación (AC1 y AC3), regulación de la transcripción (AC1, AC2), y encapsidación del ADN viral monocatenario (AV1); mientras que las proteínas del ADN B (BC1 y BV1) participan en el movimiento del virus dentro de la planta (Hanley-Bowdoin *et al.* 1999).

Por otro lado, se conocen más de 500 especies de plantas con las cuales se asocia *B. tabaci* (Greathed 1986), especie que no parece exhibir especificidad o preferencias para la transmisión de diferentes begomovirus (Bedford *et al.* 1994), lo cual promueve la convergencia de diferentes virus en una misma planta, sea cultivada o silvestre. En regiones hortícolas de América Latina, muchos cultivos susceptibles a begomovirus se intercalan espacial y temporalmente, lo cual potencia su coexistencia con malezas perennes que podrían fungir como hospedantes alternos de estos virus o que inclusive podrían albergar virus propios. Los intentos por dilucidar el papel que estas malezas juegan en el contexto de las epidemias virales no han arrojado hasta ahora resultados concluyentes. Por ejemplo, en Costa Rica, para el caso del virus del moteado amarillo del tomate (ToYMoV), se realizaron muestreos extensivos en diferentes épocas del año para determinar si las malezas desempeñan un papel como hospedantes alternos de este virus (Jovel *et al.* 1999). Los resultados mostraron, en contraposición a lo esperado, que las malezas no fueron reservorios importantes del ToYMoV, en analogía con la situación reportada para el virus del mosaico dorado amarillo del frijol (BGYMV), en Costa Rica, del virus del moteado del tomate (ToMoV-[FL]), en Florida, y del virus del mosaico africano de la yuca (ACMV) (Hilje *et al.* 2001).

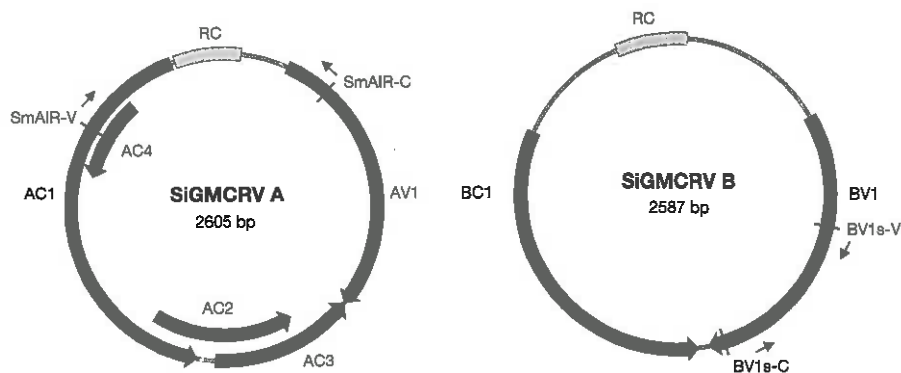


Figura 1. Mapa del genoma del SIGMCRV. Aparecen indicados la región común (RC) entre ambos componentes genómicos (la cual contiene elementos genéticos necesarios para la transreplicación e inicio de la transcripción), y los genes codificados por cada componente, así como los cebadores utilizados para la preparación de las sondas para hibridación.

El presente estudio explora la patogenicidad del virus costarricense del mosaico dorado de la Sida (SiGMCRV; Höfer *et al.* 1997b) en diferentes especies de plantas cultivadas, y su posible interacción con otros begomovirus (virus del mosaico del Abutilon, AbMV; virus del mosaico dorado del tomate, TGMV; virus africano de la yuca, ACMV) y un curtovirus (virus del enrollamiento de la hoja de remolacha, BCTV).

Materiales y métodos

Plantas y virus

Los experimentos de infección de plantas se llevaron a cabo en un invernadero de la Universidad de Stuttgart, Alemania, donde se simularon condiciones climáticas tropicales (temperatura de 20-25°C, humedad relativa de 40-50%). Los experimentos de determinación del ámbito de hospedantes del virus incluyeron las siguientes especies: tomate (*L. esculentum*), chile dulce (*C. annuum*), pepino (*C. sativus*), frijol (*P. vulgaris*), y tabaco (*N. tabacum*). Los experimentos de infecciones mixtas fueron realizados en tabaco y en *N. benthamiana*.

Los clones agroinfectivos utilizados para la infección de plantas han sido previamente descritos (BCTV: Frischmuth *et al.* 1997a; SiGMCRV: Höfer *et al.* 1997b; AbMV, ACMV, TGMV: Wege *et al.* 2001). Las bacterias que contienen los plásmidos virales fueron multiplicadas en cajas de Petri con medio de crecimiento LB (Luria-Bertani; Sambrook y Russell 2001). Se utilizaron rifampicina (50 mg/ml) y kanamicina (50 mg/ml) como agentes selectivos. La suspensión bacteriana correspondiente a cada geminivirus, así como a sus ADN A y ADN B, fue ajustada a la misma densidad óptica (OD₆₀₀) mediante un espectrofotómetro (Ultrospec II, LKB, Biochrom).

Métodos de inoculación

Agroinfección. Se inocularon las plantas de cada una de las especies analizadas en el estadio de 1-2 hojas verdaderas, colocando 5 µl de suspensión bacteriana y pinchando tres veces el pedicelo de dichas hojas con una aguja para agroinoculación. Se inocularon las plantas control con agrobacteria (*Agrobacterium tumefaciens*) sin virus.

Balística. Se lavaron 60 mg de oro pulverizado (1 µm de diámetro, Bio-Rad) dos veces en EtOH 70% y una vez en agua destilada, bajo agitación vigorosa, durante 10 min y precipitados por centrifugación (10 segundos, 14000 rpm). Las partículas de oro fueron resuspendidas en 0,5 ml de glicerol 98% y 0,5 µl de agua

bidestilada. Cada 10 µl [1 µg/µl] de ADN viral (5 µg ADN A y 5 µg ADN B, en el caso de genomas bipartitas) fueron mezclados con 50 µl de suspensión de oro y vigorosamente agitados durante 3 min. Se agregaron 10 µl de 0,1 M espermidina a la pared del tubo de reacción, previamente colocado en posición horizontal, y 50 µl de 2,5 M CaCl₂ fueron adicionados al tubo, en agitación durante 4 min. La suspensión se centrifugó (6 segundos, 14000 rpm; temperatura ambiente, TA), se descartó el sobrenadante y se lavó el precipitado dos veces en 250 µl de EtOH 70%, disolviéndolo con un agitador y centrifugándolo como se describió anteriormente. Finalmente, el precipitado fue resuspendido en 72 µl de EtOH y se distribuyeron 6 µl sobre cada uno de los 10 discos portadores. Los microproyectiles fueron disparados con un equipo de balística (PDS-1000/He; Bio-Rad) sobre plantas de chile dulce con 4-5 hojas verdaderas, utilizando para ello discos de ruptura de 450 psi y una presión de vacío de 26 in/Hg. Las plantas control fueron bombardeadas con microproyectiles con ADN del vector de clonación BlueScript II KS(+) (Stratagene), el cual no es patogénico en plantas.

Aislamiento e identificación de formas replicativas virales

Extracción de ácidos nucleicos totales. Debido al elevado número de plantas utilizadas en cada experimento, un análisis de *tissue-blot* fue realizado para discriminar plantas sanas de infectadas. Este método consiste en cortar una hoja del ápice de la planta e impregnar la savia que emana del pecíolo en una membrana de nylon. Posteriormente, se realiza la hibridación de ácidos nucleicos (ver descripción más abajo). Las muestras que resultaron positivas fueron seleccionadas para análisis posteriores. Para la extracción de los ácidos nucleicos totales de plantas infectadas, una pequeña hoja (aprox. 0,5 cm de longitud), dentro de un tubo Eppendorf, fue congelada en nitrógeno líquido y pulverizada con un pistilo de vidrio. Se agregaron 1 ml de solución de extracción (100 mM Tris-HCl, pH 7,5; 1 mM EDTA; 100 mM NaCl; 0,6% SDS; 100 mM DTT) más un volumen de fenol-cloroformo (FC, 9:1), y la suspensión fue agitada vigorosamente (15 min, TA). Después de la centrifugación (5 min, 14000 rpm, TA), 500 µl del sobrenadante fueron transferidos a un nuevo tubo con un volumen de FC (1:1), agitado y centrifugado como ya se describió. Se transfirieron 400 µl del sobrenadante a un nuevo tubo con 40 µl de 3 M NaAc (pH 4,8) y se agregaron dos volúmenes de

EtOH para facilitar la precipitación del ADN, durante 30 min, a -20°C . La suspensión fue centrifugada (30 min, 14000 rpm, 4°C), el sobrenadante descartado, el precipitado lavado con 500 μl de EtOH 70% (5 min, TA), nuevamente centrifugado (10 min, 14000 rpm, TA), secado al vacío, y finalmente resuspendido en 50 μl 1x TE (10 mM Tris-HCl, 1 mM Na-EDTA, pH 7,5).

Transferencia de Southern e hibridación de ácidos nucleicos. Se cargó 1 mg de ácidos nucleicos totales de plantas en un gel de agarosa (1%) con 0,4 mg/ml de EtBr y 0,5x tampón TBE y corrido en un aparato de electroforesis en presencia del mismo tampón, bajo una corriente eléctrica de 4 voltios/cm (distancia entre electrodos). El gel fue agitado suavemente durante 20 min en una solución alcalina de transferencia y el ADN se transfirió a una membrana de nylon (Hybond N+) mediante el método de Southern, en presencia de la misma solución de transferencia. La membrana fue incubada durante 3 h en una solución de pre-hibridación a 42°C y finalmente hibridada (16 h, 42°C). Para el ADN A, un fragmento comprendido entre los genes AC1 y AV1 fue amplificado mediante PCR a partir de los plásmidos con el ADN A de SiGMCRV (cebadores **SmAIR-V**:5'-TTAGCTCCCTGAATGTTCGG-3' y **SmAIR-C**:5'-GGGCTTCCTGTACATGGGCC-3'). Para el ADN B, se utilizó un fragmento del gen BV1 (cebadores **BV1s-V** 5'-TGCGTTTCAAAGGCACTGTG-3' y **BV1s-C** 5'-GATACAAATGTAGATGCCTT-3') (Fig. 1). Dichos fragmentos fueron marcados con digoxigenina-11-(d)UTP (Roche, Mannheim, Alemania) y detectados como se indica en las instrucciones suministradas por el proveedor².

Resultados

Ámbito de hospedantes del SiGMCRV

En un esfuerzo preliminar por determinar el ámbito de hospedantes del SiGMCRV, se demostró que dicho virus induce síntomas moderados en plantas de tomate y tabaco, y severos en una variedad no identificada de frijol (Höfer *et al.* 1997b). En este estudio, el número de especies evaluadas se incrementó y, además, se incluyeron diferentes variedades de frijol que predominan entre los agricultores centroamericanos. Las plantas de diferentes especies cultivadas se infectaron a través del método de agroinoculación y

en cada uno de los experimentos se incluyeron como control 30 plantas de *N. benthamiana*, la cual es una especie altamente susceptible a dicho virus (Fig. 4B). Sin excepciones, el 100% de las plantas control presentaron síntomas severos típicos del SiGMCRV, lo cual indica que el inóculo viral era capaz de inducir una infección en cada uno de los experimentos. Sin embargo, la patogenicidad del virus fue muy variable en diferentes especies de plantas cultivadas.

La Fig. 2 presenta un resumen de los resultados de la detección de formas replicativas del SiGMCRV en las diferentes especies evaluadas. A manera de ejemplo, se presentan tres plantas de cada una de las especies o variedades que resultaron positivas en el análisis de *tissue blot*. Debido a que las plantas fueron muestreadas en las hojas del ápice, tres semanas después de la inoculación, el ADN viral detectado corresponde a aquel sintetizado *in planta*, y excluye el ADN viral utilizado como inóculo. Un control adicional es el ADN de plantas de *S. rhombifolia* (de las cuales se aisló el SiGMCRV), y sirve como referencia para identificar el tamaño de las formas replicativas correspondientes a geminivirus. Un resultado llamativo en este análisis fue la ausencia de ADN de una sola cadena (ADNsc) —la forma viral que es encapsidada— en las muestras de frijol (pozos 1-6); sin embargo, no se llevaron a cabo análisis más detallados para discernir si dicha ausencia se debió a la pérdida de ADNsc durante la extracción de ácidos nucleicos o a la composición de ADN viral en las plantas. La acumulación de ADN viral en tomate fue muy elevada (pozos 7-9), intermedia en chile dulce (pozos 10-12) y muy baja en pepino (pozos 13-15).

• Sintomatología inducida por el SiGMCRV

L. esculentum var. 'Money Maker'. A partir de estudios previos realizados en el laboratorio del Instituto de Biología Molecular y Virología de Plantas de la Universidad de Stuttgart, se sabe que esta variedad de tomate es susceptible a la infección por geminivirus. Sin embargo, la proporción de plantas de tomate infectadas con el SiGMCRV en este estudio fue baja (3/40 y 4/20; Cuadro 1) y los síntomas fueron moderados: enanismo y mosaico clorótico leve. Sin embargo, la reducción en la distancia entre nudos del tallo principal fue notoria. Las plantas fueron reinoculadas tres veces, a intervalos semanales, para delimitar un posi-

² Se puede solicitar protocolos detallados de los métodos utilizados en este estudio directamente al primer autor mediante correo electrónico.

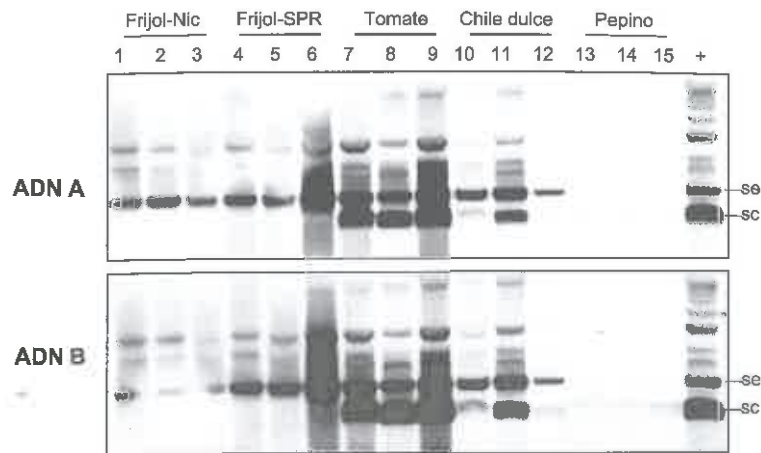


Figura 2. Análisis de hibridación de ADN viral. Tres plantas de cada una de las especies que resultaron infectadas fueron incluidas en el análisis a manera de ejemplo. Las sondas utilizadas en cada caso aparecen descritas en la Fig. 1. La posición del ADN superenrollado (se; indicativo de la replicación de geminivirus) y de una sola cadena (sc; la forma de ADN viral que se encapsida y se transmite a otras plantas) aparecen indicadas en el borde derecho.

ble período crítico de susceptibilidad. Ninguna planta adicional resultó infectada, lo cual sugiere que las etapas iniciales de desarrollo del cultivo son las de mayor susceptibilidad. [•]

C. annuum var. 'Agronomic'. Debido a que la transformación de plantas de chile dulce mediante agrobacteria no aparece en la literatura, se utilizó también el método de balística para la inoculación del SiGMCRV en dicha especie. Ninguna de las 120 plantas agroinoculadas (40 en cada uno de tres experimentos) resultó infectada. Sin embargo, el 100% y el 65% (20/20 y 13/20) de plantas "bombardeadas" resultaron infectadas (Cuadro 1). Al inicio de la infección, las plantas presentaron un enanismo leve, pero posteriormente fueron visualmente indistinguibles de las

plantas control, y no se pudo detectar ADN viral ocho semanas después de la inoculación. La misma situación ha sido observada para el TYLCV³.

N. tabacum var. 'Samsun' NN. El porcentaje de plantas de tabaco infectadas con el SiGMCRV fue de 35% y 70% (7/20 y 14/20; Cuadro 1) y los síntomas fueron severos: deformación de la lámina foliar, enanismo y mosaicos cloróticos.

P. vulgaris var. 'Sacapobres rojo' (SPR). En consistencia con lo expresado por Höfer *et al.* (1997b) para una variedad desconocida de frijol, el SiGMCRV fue extremadamente severo en plantas de la variedad SPR, tanto en la incidencia (58/70, 18/20; Cuadro 1) como en la severidad de los síntomas inducidos:

Cuadro 1. Número de plantas infectadas por el SiGMCRV en cada especie y experimento.

Especies de plantas	Experimento		
	1	2	3
Tomate	3/40	4/20	—
Tomate (reinoculaciones)	3/40	4/20	—
Chile dulce (agroinoculadas)	0/40	0/40	0/40
Chile dulce (balística)	20/20	13/20	—
Tabaco	7/20	14/20	—
Frijol (SPR)	58/70	18/20	—
Frijol (nicaragüense)	35/50	15/20	—
Frijol (Talamanca)	0/50	—	—
Frijol (DOR 364)	0/43	—	—
Pepino	5/60	3/37	—

plantas infectadas/# plantas inoculadas

³ Morilla, G. 2003. España, Universidad de Málaga (Comunicación personal).

enanismo, deformación de hojas jóvenes producto del desarrollo reducido de las nervaduras y, en etapas posteriores, proliferación excesiva de hojas en el ápice de la planta, las cuales nunca completaron su desarrollo (Fig. 3A-C). En forma eventual, una de las yemas laterales asumió el crecimiento ortotrópico típico de esta variedad de guía larga. Diez semanas después de la inoculación, ni flores ni vainas fueron observadas en la mayoría de las plantas infectadas.

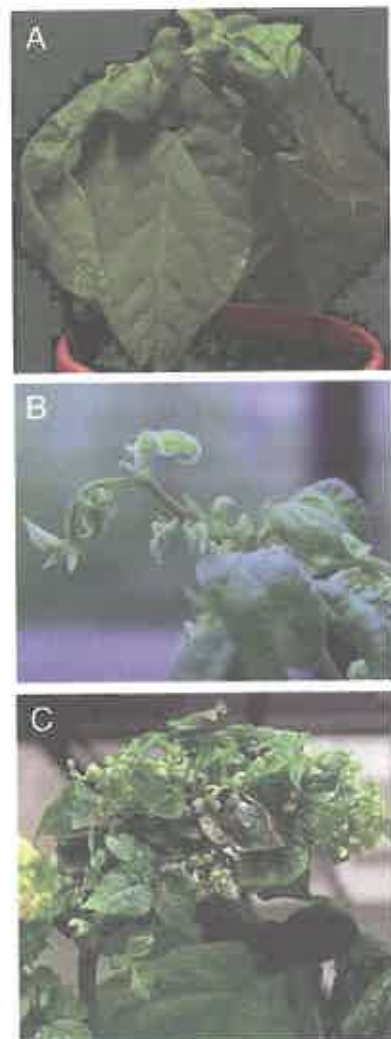


Figura 3. Patogenicidad del SiGMCRV en la variedad de frijol 'sacapobres rojo'. Al inicio de la infección las plantas detienen abruptamente su crecimiento (A). Posteriormente se inicia una proliferación de hojas muy pequeñas (B), que finalmente conduce a plantas en forma de roseta (C). Estos síntomas son muy similares, si no idénticos, a los reportados por Costa (1975) en plantas de frijol infectadas con el virus del mosaico enano del frijol.

Adicionalmente, en una variedad nicaragüense no identificada de frijol de grano rojo y guía larga, la incidencia y severidad del SiGMCRV fueron comparables con las obtenidas en el caso de la variedad SPR (Cuadro 1).

P. vulgaris var. 'Talamanca' y línea DOR 364. Estos dos genotipos se destacan por su resistencia a la infección por el virus del mosaico dorado amarillo del frijol (BGYMV). En forma consistente, ninguna de 50 y 43 plantas inoculadas con el SiGMCRV, de la variedad 'Talamanca' y la línea DOR 364, respectivamente, resultó infectada.

C. sativus var. 'Poinssset'. La incidencia del SiGMCRV en esta variedad de pepino fue muy baja (5/60 y 3/37) y las plantas permanecieron libres de síntomas hasta el final del período de observación (ocho semanas después de la inoculación).

Infecciones mixtas

Como el SiGMCRV es transmitido por la mosca blanca (Höhnle *et al.* 2001), existe la posibilidad de que dicho virus concorra en forma natural, en la misma planta, con otros virus cuyo ámbito de hospedantes traslape con el del SiGMCRV. Con el objetivo de estudiar las posibles interacciones de diferentes geminivirus que comparten las mismas plantas infectadas, se llevaron a cabo experimentos de coinoculación del SiGMCRV con otros geminivirus; en tomate, tabaco, y *N. benthamiana*, con la raza común del TGMV, y en tabaco y *N. benthamiana* con el TGMV, el AbMV, el ACMV, y el BCTV. En general, el SiGMCRV fue más virulento cuando se inoculó solo que cuando fue coinoculado con cualquiera de los otros virus. El TGMV redujo la virulencia del SiGMCRV en cada caso. Ninguna de las 40 y 20 plantas de tomate y tabaco, respectivamente, resultó infectada por el SiGMCRV cuando este fue coinoculado con el TGMV. Una situación similar fue observada para el AbMV, ACMV y BCTV, en tabaco (Cuadro 2).

Sin embargo, el escenario fue más interesante en *N. benthamiana*, el cual es un hospedante susceptible a todos los virus incluidos. El SiGMCRV induce síntomas muy severos en *N. benthamiana*, los cuales incluyen enanismo, arrugamiento foliar, y disrupción de la dominancia apical que resulta en plantas enanas con muchas hojas pequeñas (Fig. 4B). Cuando este virus fue coinoculado con el AbMV, el porcentaje de

Cuadro 2. Coinfección de diferentes especies de plantas con el SiGMCRV y otros geminivirus.

Virus coinoculados	No. de plantas inoculadas / no. de plantas infectadas**		
	<i>L. esculentum</i>	<i>N. tabacum</i> NN	<i>N. benthamiana</i>
TGMV	0/40***	0/20	23/30
AbMV	—	6/20	22/30
ACMV	—	8/20	28/30
BCTV	—	5/20	16/30
SiGMC/CR	5/40	10/20	30/30
SiGMC/CR + TGMV	0/40	0/20	12/30
+ AbMV	—	2/20	15/30
+ ACMV	—	3/20	17/30
+ BCTV	—	0/20	6/30

No. de plantas infectadas / no. de plantas inoculadas.

** Las cifras corresponden al promedio de dos experimentos independientes.

*** Los clones infectivos del TGMV infectan e inducen síntomas severos en *N. benthamiana*, pero no infectan tomate.

plantas infectadas descendió ligeramente, al igual que en el caso de los otros virus “competidores” (Cuadro 2), pero el efecto más notable fue la atenuación de la severidad de los síntomas (Fig. 4D). En etapas iniciales de la infección, las plantas coinoculadas fueron más grandes que aquellas infectadas solo con SiGMCRV y las hojas completaron un desarrollo casi normal, exceptuando un arrugamiento moderado. Sin embargo, semanas más tarde, los síntomas típicos del SiGMCRV aparecieron en la mayoría, aunque no en todas, las plantas infectadas y permanecieron hasta el final del período de observación (ocho semanas después de la coinoculación). El AbMV induce síntomas moderados en *N. benthamiana*, similares a los observados en etapas tempranas de estos experimentos de coinoculación con SiGMCRV.

De forma análoga, la coinoculación del SiGMCRV con el TGMV o el ACMV, resultó en síntomas iniciales típicos del virus competidor. La coinoculación del SiGMCRV + TGMV resultó en hojas cloróticas con bordes arrugados (Fig. 4C), como correspondió a plantas inoculadas solo con el TGMV. Plantas coinoculadas con SiGMCRV + ACMV presentaron enanismo severo, clorosis intensa, y hojas lanceoladas (Fig. 4E), comparables a los síntomas de plantas inoculadas sólo con el ACMV. Sin embargo, aquellas coinoculadas con SiGMCRV+BCTV presentaron síntomas híbridos, parcialmente típicos de ambos virus (Fig. 4F): las hojas inicialmente infectadas presentaron un arrugamiento típico del BCTV, pero las hojas que emergieron posteriormente presentaban síntomas típicos del SiGMCRV. En general, en etapas tardías, algunas de las plantas coinoculadas presentaron síntomas típicos del

SiGMCRV, pero este fenotipo fue más frecuente en el caso del AbMV y del BCTV que en el caso del ACMV o del TGMV. En ninguno de los casos se observó un incremento en la severidad de la infección con respecto a las plantas infectadas con cada uno de los virus por separado, lo cual señala que la relación de los diferentes geminivirus con el SiGMCRV fue de competencia.

SiGMCRV: un pariente cercano del virus del mosaico enano del frijol (BDMV)

Análisis filogenéticos demuestran que el SiGMCRV es un pariente cercano, posiblemente ancestral, del BDMV (Fig. 5A, B). Esto explica la patogenicidad del SiGMCRV en las variedades SPR y nicaragüense de frijol. El ADN A del SiGMCRV presenta una secuencia de nucleótidos muy similar a la correspondiente en el BDMV (homología = 89%; según Fauquet *et al.* (2003), el límite para considerar dos begomovirus como de la misma especie es de 90%). Para el caso del ADN B, la variación fue mayor que en el ADN A, pero el grupo de begomovirus de la Sida también incluyó el BDMV como vecino más cercano (Fig. 5B).

Con el objetivo de explorar más detalladamente la relación filogenética del SiGMCRV con otros begomovirus, las secuencias presentadas en la Fig. 5 fueron sometidas a un análisis de recombinación mediante el programa GENECONV, el cual determina la probabilidad de que fragmentos similares en dos secuencias de ADN se hayan originado por recombinación. El programa fue gentilmente provisto por su autor, el Dr. Stanley Sawyer, de la Universidad de Washington y está, además, disponible gratuitamente en Internet (<http://www.math.wustl.edu/~sawyer/geneconv>). Las

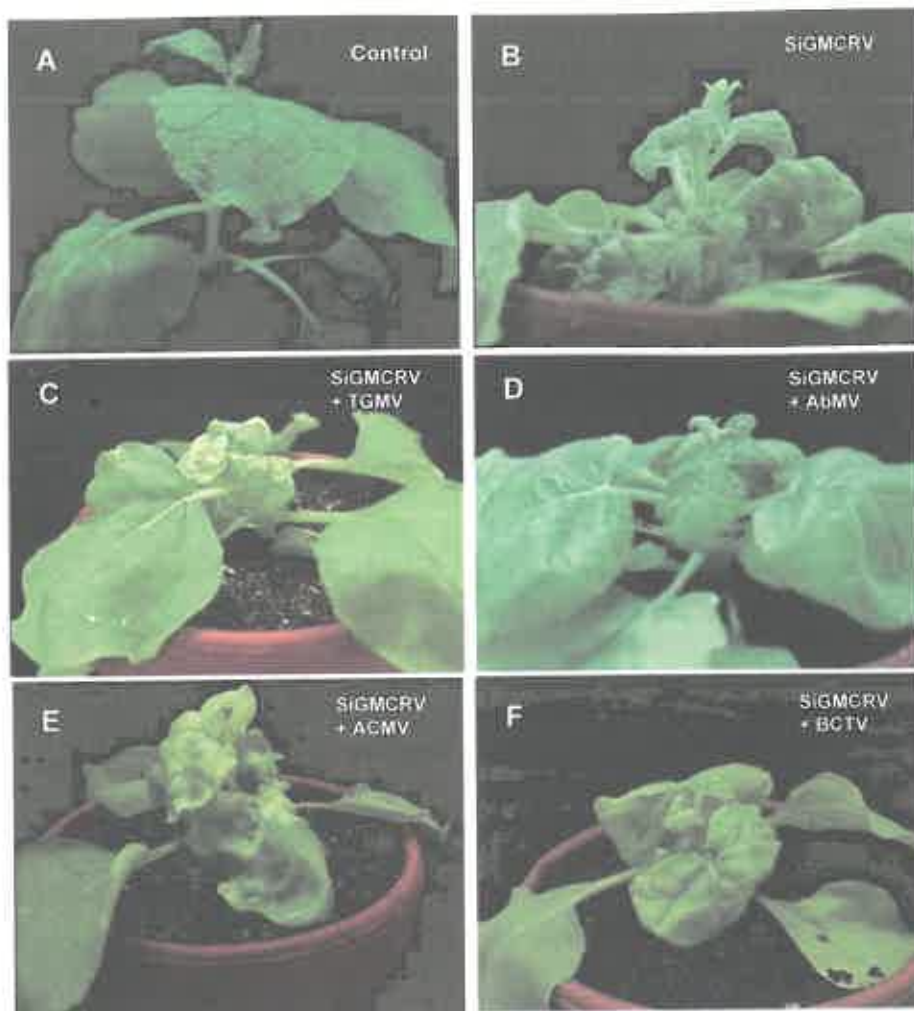


Figura 4. Plantas de *N. benthamiana* sana (A), infectada con: SIGMCRV (B), SIGMCRV+TGMV (C), SIGMCRV+AbMV (D), SIGMCRV+ACMV (E), SIGMCRV+BCTV (F).

corridas se efectuaron utilizando la siguiente línea de comando: `GENECONVnombre_archivo.asf/c/g1/sp/w123`. Se puede encontrar más información sobre el funcionamiento de este programa en la página web referida arriba. Entre otros, GENECONV identificó un fragmento recombinante entre los ADN A del SiGMCRV y del BDMV, en la región 5' de la proteína de replicación (AC1), la cual es una región altamente propensa a recombinar (Jovel *et al.* 2003).

Discusión

Los resultados de este estudio demuestran que el SiGMCRV presenta un ámbito amplio de hospedantes que incluye, preferiblemente, variedades susceptibles de frijol y tabaco. Sin embargo, otros cultivos menos susceptibles, como tomate y chile dulce, permiten la replicación abundante de este virus y

podrían fungir como hospedantes alternos. Desde el punto de vista práctico, estos hallazgos plantean la necesidad de considerar el control de malezas como una medida profiláctica que puede contribuir a reducir la incidencia de enfermedades virales, dependiendo de las características particulares de cada sistema de cultivo.

De manera similar, Gálvez y Morales (1989) reportan que el geminivirus del mosaico de *Rhynchosia*, proveniente de la maleza *Rhynchosia minima*, fue transmitido experimentalmente hacia plantas de frijol, las cuales presentaron mosaicos cloróticos, enanismo, y deformación foliar. El SiGMCRV no induce mosaicos cloróticos en el frijol (como sí es típico del BGYMV), pero otros desórdenes fenotípicos también pueden ser el resultado de infecciones por este virus (Fig. 3A-C). Los síntomas

inducidos por el SiGMCRV en las variedades susceptibles de frijol no fueron tan severos en todos los casos como los presentados en la Fig. 3C; lo que sí es cierto es que todas las plantas infectadas mostraron una reducción drástica en la producción de flores y vainas, indicando que la reducción de la productividad del frijol podría ser el resultado de una infección viral.

La cercanía filogenética del SiGMCRV con el BDMV (Fig. 5) y la patogenicidad severa del SiGMCRV en variedades susceptibles de frijol sugieren que el BDMV probablemente evolucionó a partir de este u otro virus cercanamente emparentado. Hace más de un cuarto de siglo, el Dr. Álvaro Santos Costa publicó un desorden fisiológico en plantas de frijol, al cual denominó "mosaico enano del frijol" y lo atribuyó a una cepa del AbMV, encontrado en malváceas nativas de Brasil (Costa 1975). Dichas plantas presentaron síntomas muy similares (visualmente idénticos) a los de las plantas infectadas con el SiGMCRV en este estudio (Fig. 3A-C). Hoy se sabe que varios virus que entonces eran considerados como cepas del AbMV pertenecen en realidad al complejo de begomovirus que afectan diferentes especies de *Sida* (Jovel *et al.* 2003). Además, bajo condiciones experimentales, plantas de *Sida* spp. fueron susceptibles a la infección con el BDMV (Morales *et al.* 1990). Rojas *et al.* (2000) reportaron la presencia de dos geminivirus en campos de tomate en Nicaragua, filogenéticamente muy cercanos a los virus del mosaico dorado de la *Sida* de Honduras (SiGMHV) y Costa Rica (SiGMCRV). En resumen, estos resultados indican que las malezas perennes, especialmente aquellas del género *Sida*, parecen estar estrechamente ligadas a la evolución de los begomovirus y haber servido como puentes evolutivos que propiciaron el paso de estos patógenos hacia plantas cultivadas.

El caso del tabaco es una situación que requiere ser analizada cuidadosamente, puesto que es una planta altamente susceptible a infecciones virales y, además, un hospedante apetecido de la mosca blanca. El SiGMCRV indujo síntomas severos en tabaco, y el área foliar promedio se redujo a aproximadamente la mitad en plantas infectadas (datos no presentados), lo cual tendría repercusiones económicas importantes en este caso.

Los cultivos tolerantes, como la variedad de chile dulce evaluada en este estudio, podrían ser eslabones críticos en la diseminación temporal de enfermedades. Si bien es cierto que ninguna epidemia viral causada por geminivirus ha sido atribuida formalmente al

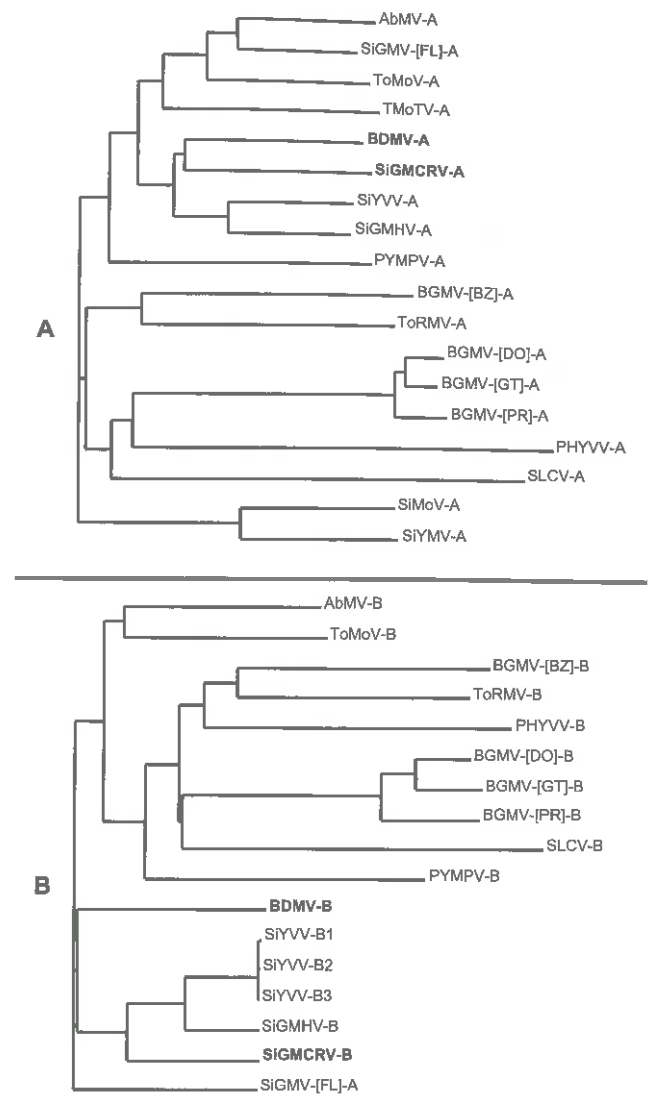


Figura 5. Árbol filogenético, incluyendo geminivirus del hemisferio occidental, calculado a partir de las secuencias completas del ADN (A) o del ADN B (B). La nomenclatura utilizada es acorde con Fauquet *et al.* (2003).

SiGMCRV, también es cierto que, en la mayoría de los casos, el diagnóstico correspondiente no se lleva a cabo o se realiza mediante métodos parcialmente ambiguos. Una complicación adicional se deriva del hecho de que las epidemias virales podrían ser el resultado de infecciones mixtas e incluir virus de malezas y aquellos que típicamente inducen determinada sintomatología en un cultivo en particular. Por tanto, la importancia que los virus de malezas tienen con relación al brote de epidemias virales debe también considerarse en un contexto evolutivo. La evolución de un virus de plantas cultivadas a partir de uno

de plantas silvestres, y su posterior renombramiento, enmascara la contribución de los virus de malezas al brote de epidemias. No deberíamos esperar que dicha evolución involucre únicamente cambios menores en la secuencia de nucleótidos, puesto que pueden surgir genomas híbridos como producto de eventos de recombinación molecular entre diferentes virus, o bien la adaptación de un virus de malezas en un cultivo podría requerir cierto grado de modificación en la estructura y función de sus proteínas, favoreciendo la predominancia de ciertas formas mutantes mejor adaptadas al nuevo ambiente celular. Con esto en mente, la interpretación de los análisis filogenéticos debe ser realizada cuidadosamente.

¿Es el SiGMCRV un virus insociable?

El aparente antagonismo que el SiGMCRV exhibió, en etapas iniciales de la infección, con respecto a los otros geminivirus con los cuales fue coinoculado, es consecuente con la naturaleza específica de los geminivirus. Esta situación es consistente con un escenario general, en el cual el vector de begomovirus (*B. tabaci*) potencia la convergencia de diferentes begomovirus en las mismas plantas infectadas, dado su ámbito ampliado de hospedantes (Greathead 1986). De tal modo, ¿la presión de selección, probablemente determinada por la eficiencia de las proteínas de cada virus para interactuar con factores de la planta necesarios para el éxito de la infección, determina si un virus prevalece o es atenuado.

El método de agroinoculación utilizado en este estudio excluye el efecto que la coexistencia temporal de diferentes begomovirus dentro del vector (*B. tabaci*) tiene sobre la predominancia de un virus que forma parte de un complejo viral. En este estudio se estudiaron detalladamente las interacciones planta-virus, y estas reflejan claramente la naturaleza competitiva de los geminivirus utilizados en los experimentos. Dicha situación, sin embargo, no es suficiente para especular acerca de la interacción de diferentes geminivirus en condiciones naturales. Existen numerosos reportes que evidencian que los begomovirus son capaces de intercambiar sus componentes genómicos en un fenómeno que se conoce como "pseudorrecombinación" (Frischmuth *et al.* 1997b, Höfer *et al.* 1997a, Unseld *et al.* 2000). La recombinación molecular de diferentes begomovirus ha sido también reportada bajo condiciones experimentales (Hou y Gilbertson 1996) y naturales (Berrie

et al. 2001, Monci *et al.* 2003, Jovel *et al.* 2003). Además, un efecto sinérgico ha sido reportado en la interacción de begomovirus infectando yuca (*Manihot esculenta*) en África (Fondong *et al.* 2000).

El hecho de que no se haya encontrado una interacción de sinergismo entre el SiGMCRV y el resto de geminivirus evaluados es, probablemente, consecuencia del corto período de tiempo en el cual dichos virus pueden coexistir en un hospedante como *N. benthamiana*, el cual escasamente sobrevive veinte semanas. En la naturaleza, por otro lado, los procesos de adaptación —mediante la recombinación, la mutación, o las interacciones sinérgicas con otros virus para formar complejos virales—, o de selección —mediante la competencia entre virus o la incompatibilidad con factores de la planta—, posiblemente ocurren a lo largo de prolongados períodos de tiempo y han conducido a la variabilidad genética y a la evolución dinámica que hoy observamos en los geminivirus.

Agradecimientos

Al Dr. Thomas Frischmuth y a la Dra. Christina Wege, por facilitar los clones infectivos de los virus incluidos en este estudio; al Prof. Dr. Holger Jeske, por brindarnos un espacio en su laboratorio; a la Dra. Pilar Ramírez, por facilitar las semillas de las variedades de frijol analizadas.

Literatura citada

- Abouzeid, AM; Polston, JE; Hiebert, E. 1998. Molecular characterization of a geminivirus infecting *Sida santaremensis* in Florida. Disponible en la base de datos NBCI, bajo el número de acceso NC 002046.
- Bedford, ID; Briddon, RW; Brown, JK; Rosell, RC; Markham, PG. 1994. Geminivirus transmission and biological characterization of *Bemisia tabaci* (Gennadius) biotypes from different geographic regions. *Annals of Applied Biology* 125:311-325.
- Berrie, LC; Rybicki, EP; Rey, MEC. 2001. Complete nucleotide sequence and host range of South African cassava mosaic virus: further evidence for recombination amongst begomoviruses. *Journal of General Virology* 82:53-58.
- Costa, AS. 1975. Increase in the populational density of *Bemisia tabaci*, a threat of widespread virus infection of legume crops in Brazil. In Bird, J; Maramorosch, K. eds. *Tropical diseases of legumes*. New York, Academic Press. p. 27-49.
- Fauquet, CM; Bisaro, DM; Briddon, RW; Brown, JK; Harrison, BD; Rybicki, EP; Stenger, DC; Stanley, J. 2003. Revision of taxonomic criteria for species demarcation in the family *Geminiviridae*, and an updated list of begomovirus species. *Archives of Virology* 148:405-421.
- Fondong, VN; Pita, JS; Rey, MEC; Kochko, A; Beachy, R; Fauquet, CM. 2000. Evidence of synergism between African cassava mosaic virus and a new double-recombinant geminivirus infecting cassava in Cameroon. *Journal of General Virology* 81:287-297.

- Frischmuth, T; Engel, M; Jeske, H. 1997a. Beet curly top virus DI DNA-mediated resistance is linked to its size. Molecular breeding: new strategies in plant improvement 3:213-217.
- _____; Engel, M; Lauster, S; Jeske, H. 1997b Nucleotide sequence evidence for the occurrence of three distinct whitefly-transmitted *Sida*-infecting geminiviruses in Central America. *Journal of General Virology* 78:2375-2682.
- Gálvez, GE; Morales, FJ. 1989. Whitefly-transmitted viruses. In Schanertz, HF; Pastor-Corrales, MA. eds. *Bean production in the tropics*. Colombia, CIAT. p. 379-406.
- Greathead, AH. 1986. Host Plants. In Cock, MJW. ed. *Bemisia tabaci* -A literature survey. Silwood Park, UK, CAB International Institute of Biological Control. p. 17-26.
- Hanley-Bowdoin, L; Settlage, SB; Orozco, BM; Nagar, S; Robertson, D. 1999. Geminiviruses: Models for plant DNA replication, transcription and cell cycle regulation. *Critical Reviews in Plant Science* 18(1):71-106.
- Hilje, L; Costa, HS; Stansly, PA. 2001. Cultural practices for managing *Bemisia tabaci* and associated viral diseases. *Crop Protection* 20:801-812.
- Höfer, P; Engel, M; Jeske H; Frischmuth, T. 1997a. Host range limitation of a pseudorecombinant virus produced by two distinct bipartite geminiviruses. *Molecular plant-microbe interactions* : (MPMI) 10:1019-1022.
- _____; Engel, M; Jeske, H; Frischmuth, T. 1997b. Nucleotide sequence of a new bipartite geminivirus isolated from the common weed *Sida rhombifolia* in Costa Rica. *Journal of General Virology* 78:1785-1790.
- Höhnle, M; Höfer, P; Bedford, ID; Briddon, RW; Markham, PG; Frischmuth, T. 2001. Exchange of three amino acids in the coat protein results in efficient whitefly transmission of a non-transmissible *Abutilon* mosaic virus isolate. *Virology* 290:164-171.
- Hou, Y; Gilbertson, RL. 1996. Increased pathogenicity in a pseudorecombinant bipartite geminivirus correlates with intermolecular recombination. *Journal of Virology* 70(8):5430-5436.
- Jovel, J; Ramírez, P; Valverde, B; Hilje, L. 1999. Determinación de las fuentes de inóculo del moteado amarillo del tomate (ToYMoV), en Guayabo, Costa Rica. *Manejo Integrado de Plagas* 54:20-26.
- _____; Reski, G; Rothenstein, D; Ringel, M; Frischmuth, T; Jeske, H. 2003. *Sida micrantha* mosaic is associated with a complex of begomoviruses different from *Abutilon* mosaic virus. *Archives of Virology* (en prensa).
- Moffat, A. 1999. Geminiviruses emerge as serious crop threat. *Science* 286: 1835.
- Monci, F; Sánchez-Campos, S; Navas-Castillo, J; Moriones, E. 2002. A natural recombinant between the geminiviruses *Tomato yellow leaf curl Sardinia virus* and *Tomato yellow leaf curl virus* exhibits a novel pathogenic phenotype and is becoming prevalent in Spanish populations. *Virology* 303:317-326.
- Morales, F; Niessen, A; Ramírez, B; Castaño, M. 1990. Isolation and partial characterisation of a geminivirus causing bean dwarf mosaic virus. *Phytopathology* 80:96-101.
- Padidam, M; Sawyer, S; Fauquet, C. 1999. Possible emergence of new geminiviruses by frequent recombination. *Virology* 265:218-225.
- Polston, JE; Anderson, PK. 1997. The emergence of whitefly-transmitted geminiviruses in tomato in the western hemisphere. *Plant Disease* 81(12):1358-1369.
- Rybicki, EP; Briddon, RW; Brown, JK; Fauquet, CM; Maxwell, DP; Harrison, BD; Markham, PG; Bisaro, DM; Robinson, D; Stanley, J. 2000. Family *Geminiviridae*. In *Regenmortel, MHV; Fauquet, CM; Bishop, DHL. eds. Virus Taxonomy, Classification and Nomenclature of Viruses*. San Diego, CA, US, Academic Press. p. 285-297.
- Rojas, A; Kvarnheden, A; Valkonen, JPT. 2000. Geminiviruses infecting tomato crops in Nicaragua. *Plant Disease* 84:843-846.
- Sambrook, J; Russell, DW. 2001. *Molecular cloning: A laboratory manual*. 3 ed. New York, CSHL Press.
- Unsel, S; Ringel, M; Konrad, A; Lauster, S; Frischmuth, T. 2000. Virus-specific adaptations for the production of a pseudorecombinant virus formed by two distinct bipartite geminiviruses from Central America. *Virology* 274:179-188.
- Wege, C; Saunders, K; Stanley, J; Jeske, H. 2001. Comparative analysis of tissue tropism of bipartite geminiviruses. *Journal of Phytopathology* 149:359-368.

Evaluación de fuentes de fertilización orgánica para tomate de invernadero en Oaxaca, México

Hugo Mendoza-Netzahual¹

José C. Carrillo-Rodríguez²

Catarino Perales-Segovia³

Jaime Ruiz-Vega⁴

RESUMEN. Se evaluó el efecto del lombricompost, la gallinaza, y la combinación de ambos, complementada con la solución orgánica Bioagro®, en la producción de tomate en invernadero. Se evaluaron las siguientes variables: rendimiento, índice de eficiencia de productividad (IEP), de eficiencia del agua (IEA), de eficiencia de fertilizante (IEF), de productividad modificado (IPM) y el número de plantas enfermas, de nematodos y de frutos infestados por plagas. Los tratamientos con mayor rendimiento e índices de eficiencia fueron gallinaza a 1,93 kg/m², gallinaza a 1,66 kg/m², y lombricompost + gallinaza a 1,27 kg/m² cada uno. Los tratamientos con base en lombricompost fueron los más afectados por *Alternaria solani* y por virus. El tratamiento de gallinaza a 1,66 kg/m² fue el más afectado por nematodos. Los tratamientos a base de lombricompost + gallinaza presentaron la mayor infestación por gusano del fruto.

Palabras clave: *Lycopersicon esculentum*, fertilizantes orgánicos, plagas, enfermedades, gallinaza, lombricompost.

ABSTRACT. Evaluation of organic fertilization sources in greenhouse tomato in Oaxaca, Mexico. The effects of organic fertilizers lombricompost and chicken manure, and of a combination of both, complemented with the organic solution Bioagro®, were evaluated in greenhouse tomato production. The following variables were evaluated: tomato yield, productivity efficiency index, water efficiency index, fertilizer efficiency index, modified productivity index, number of diseased plants, and number of nematode and insect-damaged fruits. The treatments with the highest yield and efficiency indexes were chicken manure at 1.93 kg/m², and lombricompost + chicken manure at 1.27 kg/m² each. Lombricompost treatments were the most affected by *Alternaria solani* and virus diseases. Chicken manure at 1.66 kg/m² was the most damaged by nematodes. The lombricompost + chicken manure treatments showed the highest fruit worm infestation.

Key words: *Lycopersicon esculentum*, organic fertilizers, pests, diseases, chicken manure, lombricompost.

Introducción

La concepción amplia de agricultura orgánica se basa en los sistemas de producción integrales que utilizan insumos naturales a través de prácticas especiales, como el compost, los abonos verdes, los cultivos trampa, los extractos vegetales y el control biológico, generando un producto libre de residuos tóxicos (Gómez *et al.* 1999). En las últimas décadas, se han presentado cambios importantes en la producción y el consumo de ali-

mentos en todo el mundo. Esta tendencia se vincula principalmente con una fuerte preocupación por la salud, nuevas exigencias en los gustos de los consumidores y una mayor conciencia de la importancia de la protección del medio ambiente. La agricultura orgánica es un sistema de producción con una alta utilización de mano de obra y con un mercado potencial aún sin explotar.

¹ SIGA-ITAO 23 (Instituto Tecnológico Agropecuario de Oaxaca), México. hugonet@hotmail.com

² ITAO 23 (Instituto Tecnológico Agropecuario de Oaxaca), y alumno de doctorado del Instituto Tecnológico de Oaxaca, México. jcarrillo_rodriguez@hotmail.com

³ SIGA-ITA 20 (Instituto Tecnológico de Aguascalientes). El Llano, Aguascalientes, México. cperales55@hotmail.com

⁴ CIDIIR-IPN, Oaxaca. Departamento de Recursos Naturales. México. jvega@ipn.mx

Por lo que respecta al control biológico, se pueden usar productos naturales, como la materia orgánica en forma de compost para el control de bacterias fitopatógenas, y la aplicación de extractos de semillas de cítricos para el control de hongos fitopatógenos del suelo (Guevara *et al.* 2000, Hernández y Bustamante 2002, Rodríguez y Montilla 2002). Los hongos y nematodos entomopatógenos pueden utilizarse para el combate de plagas del follaje y del suelo (Ruiz y Medina 2001, Ruiz *et al.* 2003). También se pueden usar extractos acuosos de plantas para el control de larvas de lepidópteros, como es el caso del nim, *Azadirachta indica* (Castillo *et al.* 2000, Brunherotto y Vendramim 2001).

Los suelos fértiles contienen materia orgánica, minerales, aire y agua. Aunque la materia orgánica representa generalmente menos del 5% del suelo, es la que mejora sus propiedades físico-químicas y favorece el desarrollo de los cultivos. La presencia de humus en proporciones de 1 a 2% es suficiente para que el suelo sea fértil, pero el proceso natural de formación de humus puede durar muchos años (Hernández y Cruz 1993). En los sistemas tradicionales de producción, los pequeños agricultores mantenían la fertilidad de sus tierras para obtener sus cosechas cerrando ciclos de energía y nutrientes. Todo ello se realizaba mediante técnicas agronómicas básicas, como la rotación de cultivos, la incorporación de los rastrojos, y el reciclaje de restos orgánicos mediante el compostaje, creando así sistemas de gestión que permitían la autorregulación del agroecosistema dentro de un equilibrio dinámico y perdurable (Labrador 1996). Los fertilizantes orgánicos ejercen un efecto multilateral sobre las propiedades agronómicas de los suelos y, cuando se utilizan correctamente, elevan de manera adecuada la cosecha de los cultivos agrícolas (Romera y Guerrero 2000). Por tales razones, se justifica la evaluación de alternativas naturales, tales como residuos de cosecha, estiércol, abonos verdes y compost, para incrementar tanto los rendimientos como los niveles de materia orgánica en el suelo.

Una de las formas de transformar los residuos orgánicos en material fertilizante consiste en someterlos a un proceso de descomposición (aeróbico o anaeróbico), hasta lograr un compuesto estable llamado "humus" (Hernández 1996). El compostaje es el proceso por el cual la mezcla de materiales de origen animal y vegetal son parcialmente descompuestos bajo la acción de factores biológicos, incluyendo lombrices, hasta un producto final análogo al humus de composición variable. Este proceso requiere de condicio-

nes adecuadas de oxígeno, humedad y temperatura (Hernández 1996).

Las lombrices de la especie *Eisenia foetida* —lombriz roja californiana— ingieren grandes cantidades de materia orgánica descompuesta. De esta ingesta, hasta un 60% se excreta en una sustancia llamada "humus de lombriz", "lombricompost" o "vermicompost", que constituye un sustrato ideal para la proliferación de microorganismos útiles. Las lombrices transforman los minerales no asimilables presentes en los desechos y residuos animales en nitratos y fosfatos directamente asimilables por las plantas. El humus de lombriz es inodoro, no se pudre ni fermenta, y su apariencia general es similar a la borra del café. En los análisis químicos del humus de lombriz se detecta la presencia de hasta un 5% de nitrógeno, 5% de fósforo, 5% de potasio, 4% de calcio, una carga bacteriana de 2 billones por gramo y un pH de entre 7 y 7,5 (Hernández y Cruz 1993). El aprovechamiento de los desechos orgánicos hoy en día representa una alternativa de importancia tecnológica, ecológica y económica para la obtención de compost, el cual puede ser utilizado como fertilizante orgánico y mejorador de los suelos. Tanto en huertos familiares como en invernaderos, es posible disminuir la aplicación de fertilizantes mediante el uso de abonos orgánicos; es en este aspecto donde el compost tiene un papel determinante y reduce la inversión que se realiza para adquirir los fertilizantes inorgánicos (Gómez *et al.* 1999).

La gallinaza es un deshecho de origen animal utilizado como abono orgánico y como alimento para los rumiantes (Romera y Guerrero 2000). La incorporación de la gallinaza como abono orgánico en el cultivo del maíz ha demostrado constituir un buen fertilizante, de bajo costo, que eleva los rendimientos de este cultivo.

Entre los principales cultivos hortícolas de la región de Valles Centrales de Oaxaca destaca el tomate, con volúmenes de producción de 9315 t durante los dos ciclos, pero no se reporta ninguna producción orgánica en esa zona por no existir demanda (INEGI 1998). En consecuencia, el tomate orgánico representaría una opción para lograr una alta rentabilidad en la agricultura, previa apertura del mercado, además de que generaría fuentes de empleo, ya que en promedio se requerirían 160 jornales por hectárea por ciclo.

En este trabajo se plantearon los objetivos de evaluar el efecto de abonos orgánicos sobre la producción del cultivo de tomate en condiciones de invernadero y la incidencia de plagas y enfermedades bajo este sistema de producción.

Materiales y métodos

Se evaluó el efecto de distintas dosis de gallinaza y lombricompost, complementadas con aplicaciones por medio de riego por goteo de Bioagro® (Bioagro S.A., Querétaro, México) e infusiones de estiércol de res, sobre el rendimiento de tomate híbrido bajo condiciones de invernadero.

El experimento se realizó en el Instituto Tecnológico Agropecuario de Oaxaca No. 23, en un invernadero tipo túnel-800, de abril a diciembre del 2001, con el híbrido de tomate DRW3410, de crecimiento indeterminado, tipo roma, fruto oval cuadrado muy firme. La solución nutritiva orgánica fue proporcionada por el fertilizante orgánico Bioagro® (5% N, 4% P, 4% K, 2% Ca, 0,5% Mg, 0,5% S, 1,43% de ácido húmico, 2,06% de ácido fúlvico, 27% de fitohormonas, 60,3 activos orgánicos y 20% de bacterias). Se aplicaron 500 ml de solución nutritiva en 1000 l de agua, a través del sistema de riego, durante 62 días; posteriormente se aumentó a un litro hasta la cosecha y 100 ml por aspersión foliar cada semana. Adicionalmente, se complementó lo hidro-orgánico con estiércol fresco, el cual se coló por medio de una malla para obtener la infusión.

Las dosis de fertilización utilizadas para el cultivo de tomate siguieron las recomendaciones del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias de México (INIFAP), es decir, la fórmula (1) 180-120-100 y la (2) 200-100-200, de acuerdo con Carrillo *et al.* (1999), con las cuales se trabajó en tomate de crecimiento indeterminado. Los tratamientos fueron diferentes dosis y combinaciones de fertilizantes orgánicos:

- T1: gallinaza 1,93 kg/m²
- T2: gallinaza 1,66 kg/m²
- T3: lombricompost 0,64 kg/m²
- T4: lombricompost 0,81 kg/m²
- T5: lombricompost 1,27 kg/m² + gallinaza 1,27 kg/m²
- T6: lombricompost 0,81 kg/m² + gallinaza 1,27 kg/m²

Se utilizó un diseño completamente al azar, con seis tratamientos y cuatro repeticiones. La unidad experimental consistió en dos surcos de tomate, de 1,20 m de ancho por 7,80 m de largo cada uno, y una densidad de siembra de 4 plantas/m².

Las variables evaluadas están relacionadas con el rendimiento, y constan de características fisiológicas y agronómicas sobresalientes, tales como:

a) Rendimiento por planta (kg/m²).

b) Índice de eficiencia de productividad (IEP) —propuesto para la evaluación de la productividad de materiales genéticos en forrajes (Carrillo 1991)— obtenido de la relación del rendimiento total de frutos entre el ciclo de producción, expresado en g m⁻² día⁻¹.

c) Índice de eficiencia del agua (IEA), conocido como EUAR (eficiencia de uso del agua de riego) definida como la relación entre el rendimiento del cultivo por unidad de agua (del suelo, lluvia y riego). Cuando las prácticas de manejo incrementan los rendimientos, la EUAR se incrementa también (Havlin *et al.* 1999). En este caso, el IEA se obtuvo de la relación del rendimiento total de frutos entre el volumen de agua utilizada durante el ciclo, expresada en kg/m³.

d) El índice de eficiencia del fertilizante (IEF) se determinó con base en el rendimiento total de frutos dividido entre los litros de fertilizante orgánico utilizados durante el ciclo de producción, expresado en kg/l. Una forma de expresión común de la eficiencia de recuperación del fertilizante (ERF) es el porcentaje de utilización del fertilizante (PUF), definido por la cantidad de nutrientes en la planta derivados del fertilizante, dividida entre la cantidad de nutrientes aplicados como fertilizantes (Larios 2002).

f) El índice de productividad modificado (IPM) indica el potencial productivo diario del cultivo, y se determinó mediante la suma del IEP y del índice de cosecha (IC).

A todas las variables se les aplicó un análisis de varianza, una prueba de comparación de medias (Tukey $\leq 0,05$) y un análisis de correlación. Además, se evaluó la incidencia de enfermedades, el número de nematodos en muestras de suelo y raíces, y el número de frutos dañados por gusanos del fruto.

Para el control de plagas y enfermedades en el invernadero, se hicieron aplicaciones cada quince días del insecticida biorracional Biocrack® (extracto de ajo *Allium sativum* 87,23%; manzanilla *Matricaria chamomilla* 0,66% y ruda *Ruta graveolans* 9,34%) en dosis de 2 ml/l, utilizado para el combate de insectos chupadores y gusanos del fruto (*Heliothis* sp.). Se sembró también cempasúchil (*Tagetes* sp.) como una barrera física entre las plantas y alrededor del cultivo de tomate. Con relación a la incidencia de enfermedades, se hicieron seis aplicaciones del fungicida orgánico CitroBio® (extracto de semillas de cítricos) en dosis de 1,5 ml/l y una aplicación de BuRize (concentrado del hongo micorrízico *Glomus interradix*, dos propágulos/ml), en do-

sis de 1 l/100 m², para la prevención del tizón temprano y tardío ocasionados por *Alternaria solani* y *Phytophthora infestans*, respectivamente. Para el control de nematodos (*Meloidogyne* sp.) se aplicaron 4 g (en polvo) de materia seca de la planta de cempasúchil, como recomiendan Zaldivar *et al.* (1998).

Resultados y discusión

Rendimiento total de frutos. Esta variable presentó diferencias significativas para el tipo de abono, lo que significa que los abonos orgánicos tienen efectos diferentes en virtud de su composición. La gallinaza aumentó el rendimiento del cultivo del tomate con relación al lombricompost (Cuadro 1). La comparación de medias indica que el mejor tratamiento de abono orgánico fue el de gallinaza (1,93 kg/m²), con un rendimiento de 13,26 kg/m², superior al de los demás tratamientos.

En un sistema de producción con acolchado plástico en tomate de la variedad 'Río Grande', de tipo determinado, al aplicar 4,0 t/ha de estiércol bovino se obtuvo la mayor producción de fruto, 6,16 kg por planta, en promedio, seguido del tratamiento de 16 t/ha de estiércol, con una producción promedio de 5,737 kg por planta (Monárrez *et al.* 2001). Por otra parte, los resultados obtenidos en este ensayo superaron los de otro estudio, donde el híbrido F₁-6x14 produjo 10,34 kg/m²; sin embargo, fueron menores a los del híbrido 'Gabriela', el cual produjo 14,32 kg/m² (Carrillo y Jiménez 2001).

El lombricompost solo, aplicado en la dosis máxima de estudio (0,81 kg/m²) (T4), fue el segundo mejor tratamiento, sin ser estadísticamente diferente de la gallinaza, lo que concuerda con los resultados del experimento de campo realizado por Hernández (1996), quien menciona que la aplicación de vermicompost tuvo efectos positivos al aplicar 5 y 15 t/ha, respectiva-

mente, en el cultivo de tomate de cáscara. Los menores rendimientos, los cuales no fueron estadísticamente diferentes del T4, se obtuvieron con la dosis menor de lombricompost (T3) y con la combinación gallinaza-lombricompost (T6).

Índices de eficiencia. El análisis de varianza mostró diferencias significativas, por lo que las pruebas de comparación de medias de los índices de eficiencia indicaron que los valores máximos de IEP, IEA, IEF, e IPM (Cuadro 1) se asociaron de nuevo con el T1 (gallinaza), mientras que los valores mínimos correspondieron a los tratamientos T3 y T6. Este patrón resulta de la correlación positiva con el rendimiento y sus componentes, lo que indica que cualquiera de los índices puede utilizarse para evaluar el desempeño del sistema de producción.

Los valores del índice de eficiencia del agua (IEA) variaron entre 44 y 29 kg/m³; esta variación pudo verse afectada por las pérdidas de agua por drenaje, intercepción de agua por el dosel o área foliar, tipo de suelo o sustrato utilizado, prácticas agrícolas y de manejo, y la variedad elegida. Por ello, el IEA se puede incrementar si se maneja el déficit de riego, aplicando la mínima cantidad de agua, pues el nivel económico del déficit de riego depende de la uniformidad de aplicación de agua, de los costos de los tratamientos de remediación del agua drenada y del valor unitario del cultivo (Al Jamal *et al.* 2001).

El mayor IEP del híbrido DRW3410 fue de 78,77 g m⁻² día⁻¹, estadísticamente igual a los tratamientos T4, T2 y T5. Por otra parte, fue similar al IEP de 80,95 g m⁻² día⁻¹ del híbrido 'Yaqui', de crecimiento determinado, producido bajo condiciones de invernadero (Rivera y Carrillo 2001), y fue menor comparado con el híbrido 'Gabriela', de crecimiento indeterminado, evaluado por Carrillo y Jiménez (2001), con un IEP de

Cuadro 1. Comparación de medias de los índices de eficiencia y rendimiento total de frutos como respuesta a los abonos orgánicos en la producción de tomate orgánico en Oaxaca, México.

Tratamientos (t/ha)	R. Total (kg/m ²)	IEP (g m ⁻² día ⁻¹)	IEA (kg/m ³)	IEF (kg/l)	IPM
T1	13,26 a	78,77 a	44,22 a	2,89 a	90,85 a
T4	11,47 ab	68,29 ab	38,24 ab	2,50 ab	84,31 ab
T2	11,04 ab	65,73 ab	36,81 ab	2,41 ab	83,08 ab
T5	10,99 ab	65,44 ab	36,62 ab	2,39 ab	78,25 ab
T6	10,51 b	62,58 b	35,04 b	2,29 b	71,13 b
T3	8,85 b	52,52 b	29,39 b	1,93 b	71,05 b

Medias seguidas de la misma letra no difieren estadísticamente (Tukey ≤0,05).

109,07 g m⁻² día⁻¹, con la D3 (5,3 plantas/m²), material altamente productivo y de excelente calidad de fruto; sin embargo, se recomienda el híbrido 'Yaqui', por ser un buen material para alternar con los híbridos de crecimiento indeterminado cuando se desee producir dos ciclos al año.

De acuerdo con los resultados del IEF, el T1 fue numéricamente el más alto, con un IEF de 2,89 kg/l, lo que significa que por cada litro de fertilizante (Bioagro® + estiércol líquido) aplicado por medio de goteo, más la gallinaza, se obtienen más de dos kilogramos de tomate orgánico. Larios (2002), en un ensayo con fertilización química en el cultivo de ajo, obtuvo un IEF en el uso de nitrógeno (N) mayor a 68% en el sistema de riego por goteo con respecto al sistema de riego por gravedad.

El comportamiento del IPM fue similar al del IEP, pero se considera que el primero es más representativo del potencial productivo del cultivo, porque contempla el IC, presentando el T1 el IC más alto.

Plagas y enfermedades. Las principales enfermedades que se presentaron fueron el virus CMV (virus del mosaico del pepino) y el tizón temprano causado por *A. solani*. No se detectaron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos de acuerdo con el porcentaje de plantas enfermas, pero en el caso de la infección por virus, el tratamiento más afectado fue el T3.

De acuerdo con Sánchez (1991), las principales enfermedades que ocasionan grandes pérdidas en los cultivos hortícolas son el tizón temprano causado por *A. solani* y las enfermedades virales, mientras que Ruiz y Aquino (1999) mencionan que *Bemisia tabaci* es un insecto vector de virus en tomate y chile que ocasiona severos problemas en Oaxaca. Trujillo (1998) recomienda el uso de cultivares que sean resistentes o tolerantes a plagas insectiles, la destrucción manual de insectos o la construcción de barreras físicas.

En cuanto a los nematodos fitopatógenos, el análisis de varianza no mostró diferencias significativas para el primer muestreo realizado antes de la siembra, pero sí para el segundo, 30 días después. Los resultados muestran una disminución mayor del 50% entre el tratamiento más afectado (T2) y el T6. Zaldívar *et al.* (1998) reportaron una disminución del 56% con la aplicación de plantas de cempasúchil en polvo.

La aplicación de cempasúchil es una alternativa para la agricultura orgánica en el combate de los problemas de infestación por nematodos. La variable rendimiento total de frutos presentó una correlación negativa con el número de nematodos, lo cual indica que una mayor presencia de estos influye en una disminución considerable del rendimiento; en cambio, cuando se controla el número de nematodos como en este caso, los tratamientos tuvieron una mayor producción diaria y una mayor producción total de fruto fresco.

En la producción orgánica de tomate, el problema más grave fue la presencia del gusano del fruto *Heliothis* sp., donde el T1 fue el que presentó el mayor número de frutos dañados y fue estadísticamente igual a los tratamientos T4, T6 y T3, lo cual repercutió en los rendimientos totales de fruto fresco, como en el caso de los tratamientos T3 y T6, los cuales obtuvieron la menor producción de tomate orgánico (Cuadro 3).

En conclusión, el mejor tratamiento fue el de 1,93 kg/m² de gallinaza, tanto por rendimiento como por los valores de los índices de eficiencia. Los menores rendimientos se obtuvieron con el lombricompost en dosis baja y con la combinación gallinaza-lombricompost, indicando un posible antagonismo entre estas dos fuentes de nutrientes orgánicos. Todos los índices de eficiencia resultaron altamente correlacionados con rendimiento, por lo que cualquiera de ellos es adecuado para describir la eficiencia del sistema. Los tratamientos más afectados por fitopatógenos fueron

Cuadro 2. Porcentaje de plantas enfermas presentadas en el cultivo de tomate orgánico en Oaxaca, México.

Tratamiento	Damping-off	Micoplasma	Virus	<i>Alternaria solani</i>	Total%
T ₁	0,0	2,7	6,1	6,16	15,0
T ₂	0,0	1,3	9,5	6,8	17,8
T ₃	0,0	1,3	13,6	13,0	28
T ₄	1,36	0,68	4,8	7,5	14,3
T ₅	2,05	0,68	5,47	4,10	12,3
T ₆	1,36	4,10	10,9	3,42	21,2

el T3 (virus) y T4 (tizón temprano), ambos a base de lombricompost; por nematodos el tratamiento T2 (gallinaza sola) y por el gusano del fruto del tomate, los tratamientos T1, T4, T6 y T3.

Cuadro 3. Comparación del promedio del peso de frutos dañados por el gusano del fruto (*Heliothis* sp.) en la producción de tomate orgánico en Oaxaca, México.

Tratamientos	Frutos dañados (g)
T1	800 a
T4	730 a
T6	710 ab
T3	546 ab
T2	430 bc
T5	400 c

Medias seguidas por la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $\leq 0,05$).

Literatura citada

- Al-Jamal, MS; Ball, S; Sammis, TW. 2001. Comparison of sprinkler, trickle and furrow irrigation efficiencies for onion production. *Agricultural Water Management* 46:253-266.
- Brunherotto R; Vendramim, JD. 2001. Bioatividade de extratos aquosos de *Melia azedarach* L. sobre o desenvolvimento de *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) em Toamateiro. *Neotropical Entomology* 30(3):455-459.
- Carrillo, R; JC; Sánchez, GP; Arellanes, MA; Perales S, C; Ruiz, J. 1999. Evaluación de sistemas de riego en tomate protegido. *In Memoria del XI Congreso Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico agropecuario*. Villa Ocuilzapotlán, Tabasco, MX, SEP-COSNET-DEGETA. p. 147.
- _____; Jiménez, BF. 2001. Evaluación del potencial productivo de tomate F1-6x14 en condiciones de fertirriego en invernadero. *In Congreso Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico Agropecuario* (12, Yucatán, MX). Memorias. Conkal, Yucatán, MX, SEP-SEIT-DGETA. s.p.
- Castillo M; López, L; Morales Payán, JP; Alcántara, S. 2000. Alternativas biológicas de manejo de *Heliothis virescens* y *Spodoptera* spp. en tomate industrial, República Dominicana. *Manejo Integrado de Plagas* 56:82-83.
- Gómez, TL; Gómez M, A; Schwentesius, R. 1999. Desafíos de la Agricultura Orgánica. s.n.t. p. 224.
- Guevara Y; Maselli, A; Sánchez, M Del C. 2000. Efecto de extractos vegetales sobre bacterias fitopatógenas. *Manejo Integrado de Plagas* 56:38-44.
- Havlin, JL; Beaton, JD; Tosdale, SL; Nelson, WL. 1999. Soil fertility and fertilizers. 6 ed. Estados Unidos, Prentice-Hall. p. 24
- Hernández. ML. 1996. Agricultura orgánica: Producción de México hacia el mundo. Perspectivas de la educación y la investigación en materia de agricultura orgánica. México, Editores. p. 4.
- Hernández G, L; Bustamante R, E. 2001. Control biológico de la marchitez bacterial del tomate con el uso de enmiendas orgánicas. *Manejo Integrado de Plagas* 62:18-28.
- Hernández J; Cruz, A. 1993. Gallinaza. Boletín Informativo (en línea). San José, CR. Disponible en www.infoagro.go.cr/tecnología/carne/gallinaza.htm.
- INEGI (Instituto de Estadística, Geografía e Informática). 1998. Anuario estadístico del estado de Oaxaca. Tomo I. México, Gobierno del Estado de Oaxaca. p. 95.
- Labrador, MJ. 1996. La materia orgánica en los agrosistemas. Madrid, ES, Mundi-Prensa. 67 p.
- Larios García, MC. 2002. Eficiencia de uso de N y agua en el cultivo de ajo (*Allium sativum* L.), bajo condiciones de riego por goteo y gravedad en un suelo Vertisol del Bajío. Tesis Mag. Sc. Montecillo, Texcoco, MX, Colegio de Posgraduados. p. 14-15 y 98.
- Monárrez, R JL; Salvador, BP; Viramontes, RF; Sosa, ES; Ríos, JJM; Ramírez JEF. 2001. Producción de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) con abono orgánico y acolchado plástico irrigado con cintilla. *In Congreso Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico Agropecuario* (12, Yucatán, MX). Memorias. SEP-SEIT-DGETA. s.p.
- Rodríguez D, A; Montilla, JO. 2002. Disminución de la marchitez causada por *Fusarium* en tomate con extracto de *Citrus paradisi*. *Manejo Integrado de Plagas* no. 62. Resumen.
- Romera P, M. Del P; Guerrero, L. 2000. Agricultura ecológica (en línea). Disponible en: www.nortecastilla.es/canalagro-datos/agricultura_ecologica/agricultura_ecologica05.htm
- Ruiz V, J; Aquino B, T. 1999. Control biológico integrado de mosca blanca en tomate y chile en los Valles Centrales de Oaxaca. México, CIIDIR OAXACA-SIBEJ CONACYT. 12 p. (Folleto Técnico no. 12).
- _____; Medina Z, J. 2001. Avances en el manejo integrado de *Bemisia tabaci* en tomate y chile en Oaxaca, México. *Manejo Integrado de Plagas* 59:32-38.
- _____; Aquino B, T; Pérez P, R. 2003. Control integrado de gallina ciega *Phyllophaga vetula* en condiciones semicontroladas y de campo. *In Estudios sobre coleópteros del suelo en América*. México, Instituto de Ciencias, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. p. 299-311.
- Sánchez, SS. 1991. Cultivos hidropónicos. Plagas del tomate. Bogotá, CO, Ediciones culturales VERLTD. p. 228-229.
- Trujillo A, FJ. 1998. Manejo integrado de plagas y control biológico. *In Introducción a los conceptos del manejo integrado de plagas*. México, SEP/SEIT/DGETA. p. 15-24.
- Zaldívar G, I; Aguilar O, L; Perales S, C. 1998. Cempasúchil *Tagetes* sp. para el control de nematodos fitopatógenos del tomate. *In Congreso Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico agropecuario* (9, Yucatán, MX). Memorias. Conkal, Yucatán, MX, SEP-SEIT-DGETA. p. 192.

Factores que afectan la abundancia poblacional de *Helicoverpa (heliiothis) virescens* en tabaco en el noroeste argentino

Hugo A. Delgado¹
Daniel Fedre²

RESUMEN. Se analizó el desarrollo de la población de *Helicoverpa (heliiothis) virescens* en tabaco, en el noroeste argentino, y las principales causas de los cambios naturales en su población. Como factor independiente de la densidad de la plaga se tomó la temperatura y, como factor dependiente, su depredación por parte de *Cosmoclopius* spp. Se determinó que existe una estrecha correlación entre el desarrollo de la población de *H. virescens* y el del depredador y las temperaturas diarias de la zona. Desde el momento del trasplantar hasta el inicio de la cosecha, existen las condiciones térmicas necesarias para el desarrollo de una a dos generaciones de la plaga, según la zona, medidas en grados-día-*Heliothis* acumulados. El desarrollo y los niveles poblacionales alcanzados por la primera generación merecen especial atención para la aplicación de agentes de protección al cultivo.

Palabras clave: Gusano cogollero del tabaco, plagas del tabaco, dinámica poblacional, ecología de poblaciones.

ABSTRACT. Key factors in the development of *Helicoverpa (heliiothis) virescens* population in tobacco in the Argentinean northwest. Population development of *Helicoverpa (heliiothis) virescens* in tobacco and the main factors affecting it were analyzed. Temperature was assigned as a factor independent of population density, and predation by *Cosmoclopius* spp. as a dependent factor. There exists a close correlation between the population development of *H. virescens* and *Cosmoclopius* spp. and daily temperatures in the area. From transplant to harvest, the necessary termic conditions, measured in accumulated *Heliothis*-degrees-days exist for the occurrence of two generation of this pest. Population development and levels reached by the first generation require special attention for the timely application of crop protection agents.

Key words: Tobacco bud worm, tobacco pest, population dynamics, ecology of populations.

Introducción

Los tabacos claros *Nicotiana tabacum* L. 'Virginia' y 'Burley' constituyen uno de los principales cultivos exportables del noroeste argentino (NOA), así como uno de los mayores generadores de mano de obra productiva.

El gusano cogollero del tabaco *Helicoverpa* (= *Heliothis*) *virescens* (Lepidoptera: Noctuidae) constituye una de las plagas claves de ese cultivo y se presenta en asociación con otras especies, como *H. zea* y *H. tergininus*, constituyendo el llamado "complejo cogollero". En forma general, los

momentos de aplicación de los agentes de control se deciden sin una metodología establecida, realizando las aplicaciones al detectar la simple presencia de algunas larvas.

Cosmoclopius nigroannulatus y *C. poecilus* (Hemiptera: Reduviidae) constituyen los principales enemigos naturales nativos de *H. virescens*. Estos hemípteros no solamente depredan a *H. virescens* sino también a otros insectos presentes en el cultivo de tabaco, entre los cuales se encuentran *Epitrix* sp., *Diabrotica speciosa*, *Myzus nicotianae* y *M. persicae*,

¹ Universidad Nacional de Salta, Buenos Aires 144, (4400) Salta, Argentina. hdelgado@unsa.edu.ar

² Gerente de Tabaco y Compras Massalín Particulares S. A. Rosario de Lerma, Salta, Argentina.

microhimenópteros diversos, *Chrysoperla* (*Chrysopa*) sp., y otros.

Las dinámicas de las poblaciones abarcan el desarrollo de las poblaciones de plagas en el tiempo y ambiente en relación con los factores que regulan este desarrollo. El estudio del desarrollo de la población de una plaga es esencial para el diseño de sistemas de manejo basados en la manipulación de los factores de mortalidad. Una mejor comprensión de la dinámica poblacional de la plaga brinda la posibilidad de pronosticar los tiempos del desarrollo de las poblaciones, así como del daño que pueden causar en un momento cercano. No obstante la existencia de muchos factores que influyen en la abundancia de una determinada especie, son generalmente unos pocos los que revisten una importancia decisiva (Harcourt 1982, Kranz *et al.* 1994). En la zona del NOA, resulta de interés el estudio de la dinámica poblacional de *H. virescens* desde el mes de julio a diciembre, por ser este el período de realización del cultivo del tabaco.

La temperatura controla el grado de desarrollo de muchos organismos, entre ellos las plantas y los animales invertebrados, incluyendo insectos y nematodos. Para el desarrollo de parte o todo el ciclo de vida es necesario que exista una cierta cantidad de calor. Esta cantidad de calor requerida no varía y su duración siempre será la misma (Wilson y Barnett 1983, Salom *et al.* 1983).

Cada especie presenta umbrales superiores e inferiores de desarrollo. El umbral inferior de desarrollo de un organismo es la temperatura más baja que frena su desarrollo, y está determinado por su fisiología (University of California *s.f.*, Wilson y Barnett 1983).

Los grados-día son el producto acumulado del tiempo y la temperatura entre los umbrales de desarrollo por cada día. Un grado-día es un día (24 horas) con la temperatura un grado por encima del umbral inferior de desarrollo (University of California *s.f.*, Wilson y Barnett 1983).

La relación del ciclo biológico con la temperatura es fundamental para determinar los momentos más oportunos en que la principal plaga foliar del cultivo y sus estadios más sensibles a los plaguicidas se encuentren en sus máximos poblacionales. Ese momento oportuno varía de acuerdo con las características del agente de protección que se va a emplear.

El objetivo del trabajo fue analizar el desarrollo de la población de *H. virescens* y las causas principales

de sus cambios naturales. Se consideró la temperatura como factor independiente de la densidad poblacional de la plaga, y la depredación por parte de *Cosmoclopius* spp. como factor dependiente de la densidad. Estos factores fueron tomados en cuenta por constituir sucesos observables y cuantificables, además de ser los de mayor incidencia aparente, con el fin último de fijar la estrategia por seguir en el manejo integrado de plagas (MIP) en las distintas zonas productoras de tabaco de las provincias de Salta, Jujuy y Tucumán.

Materiales y métodos

Los estudios de las poblaciones de la plaga primaria *H. virescens* y su depredador *Cosmoclopius* spp. fueron realizados en dos predios rurales. Uno de ellos durante la campaña 2000-2001, ubicado en la provincia de Salta (Finca San Jorge – Departamento Rosario de Lerma, de propiedad del Sr. Bejarano), y el otro, durante la campaña tabacalera 2001-2002, ubicado en la provincia de Jujuy (Finca Ovejería, de propiedad del Sr. Guastella). En ambas propiedades se analizó la dinámica poblacional del agente nocivo y de su principal depredador. No existieron interferencias externas por el uso de agentes de protección; por lo tanto, hubo condiciones naturales de campo en superficies relativamente amplias. Estas propiedades formaron parte de un sistema de desarrollo e implementación de un programa de MIP llevado a cabo en la zona, incluyendo la capacitación participativa e interactiva de sus propietarios (Cobbe 1998, Delgado *et al.* 2001, 2002).

Por razones de organización del sistema de MIP, los campos fueron divididos en grandes parcelas llamadas “unidades de manejo” (UM), con una superficie aproximada de 4 ha cada una. Estas UM eran fácilmente identificadas, con uniformidad topográfica, y las labores se realizaron en forma independiente en cada una de ellas. Además, fueron plantadas en un mismo momento y, en general, estuvieron sujetas a un mismo manejo. Las subdivisiones entre las UM se realizaron siguiendo las líneas de plantación y de la infraestructura propia del terreno (caminos, canales de riegos, instalaciones, alambrados, etc.) para no entorpecer la realización de las labores agrícolas. Estas UM constituyeron las unidades de monitoreo, de análisis y de información (Delgado *et al.* 2001, 2002).

Los monitoreos se realizaron semanalmente desde el inicio del trasplante, en el mismo día de la semana, por operarios rurales capacitados para tal fin y bajo supervisión de personal técnico y del productor

tabacalero. Por experiencias anteriores, se consideró que la intensidad de muestreo más adecuada era de 10 estaciones. Cada estación de muestreo consistió en 10 plantas contiguas, ubicadas sobre una misma línea de plantación, y se evaluó la presencia o ausencia de las distintas plagas, sus daños y enemigos naturales. De esta manera, se evaluaron 100 plantas por cada UM, lo cual permitió la lectura directa de los porcentajes de plantas afectadas por la plaga evaluada (Delgado *et al.* 2001, 2002).

Cada estación de muestreo se distribuyó al azar, para así cubrir los distintos sectores de la UM. Antes de ingresar al campo, el evaluador o "plaguero" determinó el lugar de realización de cada sub-muestreo y siguió una línea imaginaria que asemejaba una "M" o una "W" (Delgado *et al.* 2001, 2002).

La cuantificación de *H. virescens* se realizó por la presencia de larvas en las 100 plantas evaluadas por cada UM. Se diferenciaron dos grupos, según el tamaño de las larvas: larvas pequeñas, menores de 1,5 cm (estadios larvales L1 a L3) y larvas grandes, mayores de 1,5 cm (estadios larvales L4 - L5) (Delgado *et al.* 2001, 2002). *Cosmoclopius* spp. fue cuantificado en las 100 plantas por cada UM por la presencia de sus dis-

tintos estadios ninfales o adultos sin diferenciar entre los mismos (Delgado *et al.* 2001, 2002).

Con los valores de poblaciones obtenidos se realizaron los correspondientes análisis de las interrelaciones (análisis de regresión lineal y correlación), incluyendo los respectivos análisis de varianza (ANOVA), empleando el sistema informático de análisis estadístico STATGRAPHICS Plus para Windows Versión 3 (Statistical Graphics Corporation 1997).

Los trabajos de evaluación en Finca San Jorge ocuparon una superficie efectiva plantada de 24 ha de tabaco Virginia, variedad 'K 399'. El trasplante se realizó el 2 de octubre del 2000, y comprendió un total de 6 UM de 4 ha. La superficie estudiada en Finca Ovejera fue de 51 ha de tabaco Virginia, variedad 'Mc N 944', trasplantado durante el mes de agosto del año 2001. Comprendió un total de 11 UM. Por lo tanto, en la Finca San Jorge existió un total de 60 estaciones de muestreo (600 plantas evaluadas semanalmente) y en Finca Ovejera 110 estaciones de muestreo (1100 plantas monitoreadas semanalmente).

Para el cálculo de los grados-día acumulados para *H. virescens* (GDH), se consideró el valor del umbral mínimo de desarrollo de 12,9°C y el umbral máximo de de-

Cuadro 1. Síntesis de los antecedentes de las determinaciones de GDH empleadas.

Autor	Potter <i>et al.</i> 1981	Hartstack <i>et al.</i> 1976	Butler y Hamilton. 1979	Butler <i>et al.</i> 1979
Lugar de trabajo	Tucson, Arizona (Estudio de campo)	College Station, Texas (Estudio de campo)	Phoenix, Arizona (Estudio de laboratorio)	Phoenix, Arizona (Estudio de laboratorio)
M todo c ículo hospedante	Seno Simple	Seno Simple	No especificado	No especificado
Umbral m nimo desarrollo	12,8 ...C	12,6 ...C	Semillas de trigo germinadas 13,3 ...C	Semillas de trigo germinadas - algodon 13,3 ...C
Umbral superior desarrollo	30 ...C Cesacion horizontal	33,3 ...C Cesacion intermedia	33,0 ...C	33,0 ...C
Biofix	01 de enero (en hemisferio norte)			
Determinaciones de grados d as seg n estado	Temperatura del aire GDH (...C)	GDH (...C)	GDH (...C)	GDH (...C)
	Inicio emergencia 151,0 10 % emergencia 182,3 25 % emergencia 213,6 50 % emergencia 245,0 75 % emergencia 276,2 95 % emergencia 328,9	Huevos 40,5 Larvas L1-3 81,7 Larvas L4-5 120,6 Pupa 179,5 Tiempo generacional (de huevo a adulto) 422,3 Adultos pre-oviposici n (madurez sexual) 62,6 Tiempo generacional (de adulto a adulto)484,9	Huevos 41,2 Larvas 190,0 Pupa 182,1 Tiempo generacional (de huevo a adulto) 413, 3	En semillas de trigo germinadas Larvas 210,6 Sobre algodon: Larvas 300,2

sarrollo de 32,1°C. Ambos valores constituyeron el promedio de las distintas determinaciones realizadas (Cuadro 1).

A partir de dichos valores, se construyó un cuadro de vida teórico, expresado en GDH, los cuales se tomaron como valores válidos y teóricos, sin considerar factores de mortandad. Estos valores surgen de investigaciones realizadas en Arizona (EUA), por lo que aún deben ser corregidos y validados.

Los GDH que efectivamente existieron durante la época del cultivo (1 de julio al 31 de diciembre) fueron calculados mediante la diferencia entre la temperatura media diaria y el umbral mínimo de desarrollo (University of California *s.f.*, Wilson y Barnett 1983, Salmo *et al.* 1983). Las temperaturas medias diarias fueron obtenidas de la estación meteorológica oficial más cercana al predio donde se evaluaron las poblaciones (Estación Experimental Cerrillos INTA – Salta y Finca La Posta – Perico, Jujuy).

Resultados y discusión

De acuerdo con los momentos en que se detectaron las primeras larvas pequeñas en el campo durante

las campañas 2000 – 2001 y 2001-2002 se procedió a determinar el siguiente cuadro del ciclo de vida.

Durante los años 2000 y 2001, desde el 1 de julio hasta el 31 de diciembre y según los cálculos, considerando los umbrales mínimo y máximo de desarrollo de *H. virescens*, se estableció diariamente los GDH alcanzados según las temperaturas máximas y mínimas diarias.

Existieron condiciones térmicas suficientes (aprox. 1150 GDH) para permitir la aparición de dos generaciones que afectarían el tabaco durante la etapa desde el cultivo en el campo hasta el inicio de la cosecha en las grandes zonas productoras de Jujuy y Tucumán. Mientras tanto, en la zona del Valle de Lerma (Salta), las menores temperaturas hicieron que, al 31 de diciembre, solamente se desarrollara en forma completa la primera generación, pues se presentaron unos 900 GDH y la segunda generación ocurriría ya iniciada la cosecha.

La primera generación larval ocurrió desde el inicio de la plantación en adelante, dependiendo fundamentalmente de la época de plantación, hasta que el cultivo presentó unas 12-15 hojas comerciales. La

Cuadro 2. Ciclo de vida teórico de *H. virescens* expresado en grados días acumulados, en °C^a.

% Emergen- cia	Emergen- cia Adulto	Huevos G1	L1 — L3 G1	L4-L5 G1	Pupa G1	Adultos G2	Huevos G2	L1 — L3 G2	L4-L5 G2	Pupas G2	Adultos G3
Inicio	151	213,6	254,1	335,8	456,4	635,9	698,5	739	820,7	941,3	1120,8
10%	182,3	244,9	285,4	367,1	487,7	667,2	729,8	770,3	852	972,6	1152,1
25%	213,6	276,2	316,7	398,4	519	698,5	761,1	801,6	883,3	1003,9	1183,4
50%	245	307,6	348,1	429,8	550,4	729,9	792,5	833	914,7	1035,3	1214,8
75%	276,2	338,8	379,3	461	581,6	761,1	823,7	864,2	945,9	1066,5	1246
95%	328,9	391,5	432	513,7	634,3	813,8	876,4	916,9	998,6	1119,2	1298,7

^a Calculado con base en los requerimientos térmicos de la especie según estudios publicados.

Las áreas sombreadas indican el momento en que es más factible que ocurra el máximo poblacional, sin considerar enemigos naturales u otros limitantes. En la realidad, el máximo poblacional puede ocurrir con antelación si existe una población de enemigo natural que frene el desarrollo de la población de la plaga.

Cuadro 3. Ciclo de vida para *H. virescens*, corregido según monitoreo 2000^a.

% Emer.	Emer.	H G1	L1-L3 G1	L4-L5 G1	Pp G1	Ad2 Sexua	H G2	L1-L3 G2	L4-L5 G2	Pp G2	Ad G3
1%	106	168,6	209,1	290,8	411,4	590,9	653,5	694	775,7	896,3	1075,8
10%	137,3	199,9	240,4	322,1	442,7	622,2	684,8	725,3	807	927,6	1107,1
25%	168,6	231,2	271,7	353,4	474	653,5	716,1	756,6	838,3	958,9	1138,4
50%	200	262,6	303,1	384,8	505,4	684,9	747,5	788	869,7	990,3	1169,8
75%	231,2	293,8	334,3	416	536,6	716,1	778,7	819,2	900,9	1021,5	1201
95%	283,9	346,5	387	468,7	589,3	768,8	831,4	871,9	953,6	1074,2	1253,7

^a Sujeto a validación en el campo según muestreos.

Las áreas sombreadas indican el momento en que es más factible que ocurra el máximo poblacional, sin considerar enemigos naturales u otros limitantes.

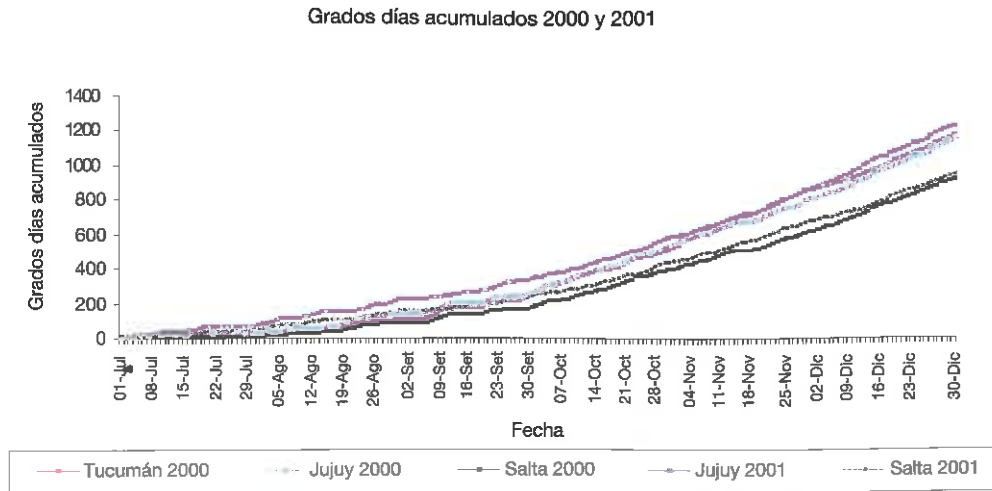


Figura 1. Evolución de los grados días *Helicoverpa* acumulados en el noroeste argentino.

segunda generación aconteció cuando las plantas estuvieron próximas a iniciar su floración o en floración y cuando alcanzaron su máxima altura. En las primeras plantaciones, el ataque de esta segunda generación ocurrió desde la floración o emergencia de brotes axilares secundarios en adelante. Por lo tanto, en caso de ser necesarias las aplicaciones foliares para combatir a *H. virescens* con agentes de protección, estas deben ser realizadas sobre la población de la primera generación.

Debido a que la segunda generación ocurre en momentos en que el cultivo se encuentra en un escenario fenológico en el cual la plaga no incide negativamente en la calidad de la hoja cosechada, su presencia no redundará en daños significativos. Las larvas de segunda generación se alimentan de botones florales y de brotes axilares. Manejando adecuadamente el cultivo y, particularmente, realizando un monitoreo se-

cuencial apropiado, puede incluso eliminarse la segunda generación con un simple desflore oportuno.

En la Fig. 2 se expresa el promedio de los monitoreos de *H. virescens* y de *Cosmoclopius* spp., obtenido cada 100 plantas, tomando como valores base los resultados de los muestreos en las seis UM versus los GDH. En la Finca San Jorge no se realizaron aplicaciones foliares, mientras que en la Finca Carabajal se aplicaron plaguicidas, pero con posterioridad al tiempo graficado, observándose igual tendencia en la curva poblacional.

El máximo poblacional ocurre aproximadamente a los 480 GDH (Fig. 2) lo cual, al corroborarse con los días calendario y con base en las condiciones climáticas reinantes en el área, correspondió al 10 de noviembre de 2000. Este único pico poblacional indica la presencia de una única generación hasta el inicio de la cosecha.

Los valores bajos de *P* muestran que, efectivamente, hay relación entre las variables *H. virescens* y

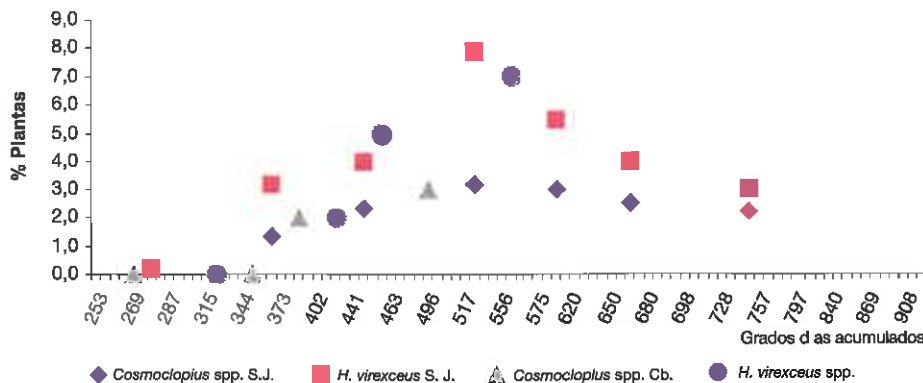


Figura 2. Abundancia poblacional natural en tabaco Virginia (Finca San Jorge (S.J.) y Carabajal (Cb.)).

Cuadro 4. Análisis de regresión lineal de poblaciones naturales sin aplicaciones de insecticidas foliares. Finca San Jorge, Rosario de Lerma, Salta, campaña 2000^a.

Variables	Modelo	ANOVA P	Coefficiente de correlación	R ² %	Error estándar	Ecuación
<i>H. virescens</i> vs. GDH	Doble recíproco Y= 1/(a+b/X)	0,03	0,81	64,84	1,17	$H. virescens = 1 / \frac{(-2,8114+1657,33)}{Gr D Ac}$
<i>H. virescens</i> vs. <i>Cosmoclopius</i> spp.	Doble recíproco Y= 1/(a+b/X)	0,00	1,00	99,56	0,13	$H. virescens = 1 / (-0,222649+1,04024/Cosmoclopius)$
<i>Cosmoclopius</i> spp. vs. GDH	Curva S Y=exp(a+b/X)	0,01	-0,88	77,95	0,50	$Cosmoclopius = \exp \frac{(2,70369-981,216)}{Gr D Ac}$
<i>Cosmoclopius</i> spp. vs. <i>H. virescens</i>	Doble recíproco Y= 1/(a+b/X)	0,00	1	99,56	0,13	$Cosmoclopius = 1 / \frac{(0,217926+0,9957102)}{H. virescens}$

^a Sobre un total de 60 estaciones de muestreo (600 plantas evaluadas semanalmente).

Cosmoclopius spp. y GDH, con valores mayores al 99% de confianza (Cuadro 4). Esto se debe a que los valores de P son menores en todos los casos al 3% e incluso llegan prácticamente al valor de 0%. Es decir, se comprueba la correlación de la población de *H. virescens* con respecto a los GDH y a la población de *Cosmoclopius* spp. existente en esos momentos.

Asimismo, se comprueba la interrelación de la población de *Cosmoclopius* spp. con respecto a la población de *H. virescens* y una menor correlación con respecto a los Grados GDH. Se verifica, además, la existencia de una correlación de casi el 100% (valor del coeficiente de correlación muy cercano a 1) entre las poblaciones de *H. virescens* y *Cosmoclopius* spp.

Debido a esta interrelación —tras practicar el respectivo estudio de una regresión múltiple para anali-

zar la influencia de los GDH en la dinámica poblacional de *H. virescens* y de *Cosmoclopius* spp.— surge que existe una interrelación entre estas variables.

Del análisis se colige que la ecuación del modelo de ajuste de la regresión del múltiplo lineal para describir la relación entre la población de *H. virescens* (variable dependiente) y los GDH y la población de *Cosmoclopius* spp. (variables independientes) es la siguiente:

$$\text{Media } H. virescens = 1,15007 + 2,66709 \times \text{Media } Cosmoclopius \text{ spp.} - 0,00561492 \times \text{GDH}$$

Con este modelo, es posible predecir la población de *H. virescens* que existiría en caso de no realizarse tratamientos con plaguicidas para controlar la plaga, tomando en cuenta la cantidad de *Cosmoclopius* spp. y a los GDH.

Análisis de regresión múltiple

Variable dependiente: Población *H. virescens*

Parámetro	Estimado	Error estándar	T Estadístico	Valor P
CONSTANTE	1,15007	0,993782	1,15727	0,3116
Pobl. <i>Cosmoclopius</i>	2,66709	0,419885	6,35197	0,0031
GDH	-0,00561492	0,00257015	-2,18467	0,0943

Análisis de Varianza - ANOVA

Fuente	Suma de cuadrados	Gr. libertad	Cuadrados medios	F Proporcional	Valor P
Modelo	30,2492	2	15,1246	24,12	0,0059
Residual	2,50791	4	0,626977		
Total (Corr.)	32,7571	6			

R² = 92,3439 %

Error estándar estadístico = 0,791819

Índice Durbin-Watson (DW) = 3,45522

R² (ajustado por grados de libertad) = 88,5159 %

Error medio absoluto (MAE) = 0,494718

Se observa que existe una relación estadísticamente significativa de un 99% de confianza entre las variables analizadas. El modelo sugerido explica en un 92,3439% la variabilidad en la población de *H. virescens*. Al ser tan próximo al 100%, las variables GDH y la población de *Cosmoclopius* spp. explican en una muy buena medida la población actual medida de *H. virescens*.

Al ser el valor de *P* más alto (0,0943) para los GDH, resulta ser el más factible de ser eliminado si se desea simplificar el modelo. Debido a que el valor de *P* es menor de 0,10, existe una significancia estadística al nivel del 90% de confianza. Por lo tanto, dependiendo del grado de confianza al que se quiere trabajar, podría eliminarse o no los GDH del modelo.

La Finca La Ovejería (Jujuy) fue otro de los predios donde no se realizaron aplicaciones foliares de plaguicidas durante la campaña 2001-2002, salvo la aplicación base en almácigos con imidacloprid. Por lo tanto, los resultados del muestreo pueden considerarse como un campo propicio para el estudio de la dinámica poblacional natural de *H. virescens* y *Cosmoclopius* spp. En esta propiedad, a diferencia de lo ocurrido en la Finca San Jorge (Salta) durante el año 2000, se observan fluctuaciones en la dinámica poblacional y se distinguen tres picos máximos. Los GDH indican que, desde el desarrollo del cultivo hasta el inicio de la cosecha, existieron dos generaciones de *H. virescens*.

Tanto la población de la plaga como la del depredador tienden a fluctuar a medida que avanzan el cultivo y la acumulación de temperaturas (Fig. 3). Se observan caídas en la población de la plaga aun cuando avanza la acumulación de los GDH, lo cual indica que la relación entre la población de *H. virescens* y los GDH no es tan dependiente como se suele indicar.

Estas fluctuaciones de las poblaciones de la plaga ocurren fundamentalmente por el avance en la población del depredador *Cosmoclopius* spp. Altas poblaciones de *Cosmoclopius* no permiten la prosecución de la curva de ascenso poblacional de la plaga y, por el contrario, tiende a que los máximos poblacionales sean de menor cuantía, se anticipen en el tiempo y tiendan a alcanzar un equilibrio dinámico.

Los valores bajos de *P* muestran que, efectivamente, hay relación entre las variables *H. virescens* y *Cosmoclopius* spp. y GDH, con valores mayores al 99% de confianza (Cuadro 4). Esto se debe a que los valores de *P* son menores en todos los casos al 3% e incluso llegan prácticamente al valor de 0%. Es decir, se comprueba la correlación de la población de *H. virescens* con respecto a los GDH y a la población de *Cosmoclopius* spp. existente en esos momentos.

También se comprueba la interrelación de la población de *Cosmoclopius* spp. con respecto a la población de *H. virescens* y una menor correlación con respecto a los GDH. Se verifica, además, la existencia de una correlación entre el 51 y el 73% entre las poblaciones de *H. virescens* y *Cosmoclopius* spp.

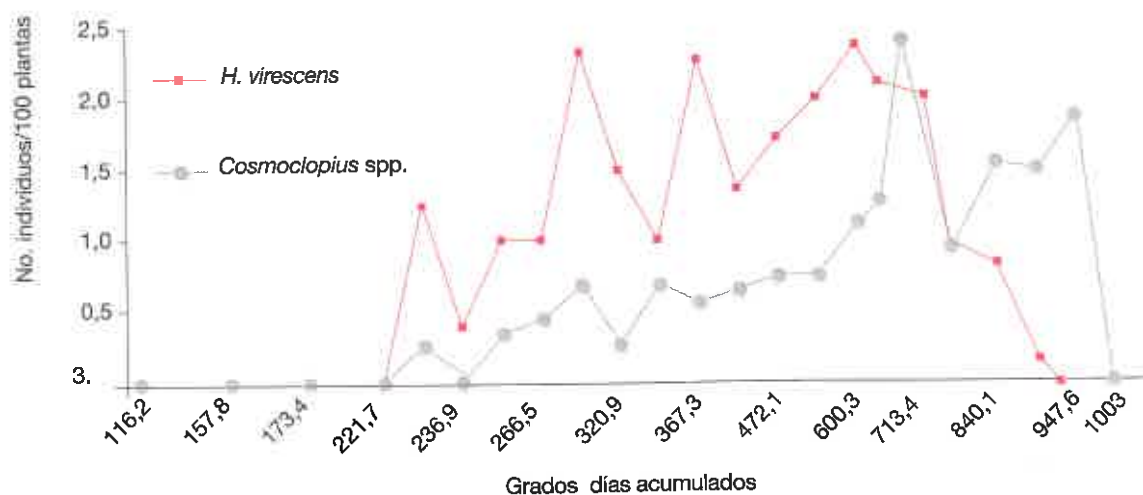


Figura 3. Dinámica poblacional de *H. virescens* y *Cosmoclopius* spp. en un predio sin tratamientos foliares. Finca La Ovejería, Jujuy, campaña 2001-2002.

Cuadro 5. Análisis de regresión lineal de poblaciones naturales sin aplicaciones de insecticidas foliares. Finca Ovejera, Perico, Jujuy, campaña 2001-2002^a.

Variables	Modelo	ANOVA P	Coefficiente correlación	R ² %	Error estándar	Ecuación
<i>H. virescens</i> vs. GDH	Recíproco X - Y=a+b/x	0,01	-0,51	25,62	0,76	1,65475 - 209,463/GrDAc
<i>H. virescens</i> vs. <i>Cosmoclopius</i> spp.	Raíz cuadrada de X	0,00	0,60	35,70	0,71	0,330405 + 0,993864 *sqrt (<i>Cosmoclopius</i> spp.)
<i>Cosmoclopius</i> spp. vs. GDH	Logaritmo X - Y=a+b* ln(x)	0,00	0,77	60,1	0,45	- 4,24005 + 0,830228 * ln (GrDAc)
<i>Cosmoclopius</i> spp. vs. <i>H.</i> <i>virescens</i>	Recíproco de Y = (a+b*x) ²	0,00	0,59	35,70	0,42	(0,274637 + 0,359284* <i>H. virescens</i>) ²

^a Sobre un total de 110 estaciones de muestreo (1100 plantas evaluadas semanalmente).

Debido a estas distintas interrelaciones, y al practicarse el respectivo estudio de una regresión múltiple para analizar la influencia de los GDH en la dinámica poblacional del *H. virescens* y de *Cosmoclopius* spp., surge que hay una interrelación entre estas variables. Es decir, la población de *H. virescens* tiene una estrecha dependencia con los GDH y la población de *Cosmoclopius* spp. existentes en esos momentos.

Del análisis se deriva que la mejor ecuación del modelo de ajuste de la regresión múltiple para describir la relación entre la población de *H. virescens* (va-

riable dependiente) y los GDH y la población de *Cosmoclopius* spp. (variables independientes) es la siguiente:

$$\text{Media } H. virescens = 0,859569 - 0,000935082 \times \text{GDH} + 0,763498 \times \text{Media } Cosmoclopius \text{ spp.}$$

Con este modelo, es posible predecir la población de *H. virescens* que existiría en caso de no realizarse tratamientos con plaguicidas para controlar la especie.

Análisis de regresión múltiple

Variable dependiente: Población *H. virescens*

Parámetro	Estimado	Error estándar	T estadístico	Valor P
CONSTANTE	0,859569	0,30476	2,82048	0,0097
GDH	- 0,000935082	0,000874973	-1,0687	0,2963
Pobl. <i>Cosmoclopius</i>	0,76498	0,348019	2,19384	0,0386

Análisis de varianza - ANOVA

Fuente	Suma de cuadrados	Gr. libertad	Cuadrados medios	F Proporcional	Valor P
Modelo	3,63719	2	1,8186	2,77	0,0834
Residual	15,0843	23	0,655841		

Total (Corr.)

25

R² = 19,4279 %

Error estándar estadístico = 0,80984

Índice Durbin-Watson (DW) = 0,7717

R² (ajustado por grados de libertad) = 12,4216 %

Error medio absoluto (MAE) = 0,643865

Se observa que existe una relación estadísticamente significativa entre las variables analizadas, con un 90% de confianza.

Al ser el valor de *P* más alto (0,2963) para los GDH, es el más factible de ser eliminado si se desea simplificar el modelo. Debido a que el valor de *P* es mayor a 0,10, no existe una significancia estadística al nivel del 90% de confianza. Por lo tanto, dependiendo del grado de confianza al que se quiere trabajar, podrían eliminarse los GDH del modelo.

Así, surge que existe correlación entre la población de *H. virescens* como variable dependiente con respecto a los GDH y a la población de *Cosmoclopius* spp. existente en esos momentos como variables independientes. Si bien el análisis de regresión lineal (Cuadro 5) muestra una interrelación entre la población de la plaga y la acumulación térmica, esta es menor que la dependencia de la población del depredador. La población de la plaga es mucho más dependiente de la población del depredador que de la acumulación térmica. Esta situación también se visualiza en la Fig. 3, donde se observan fuertes caídas en la población de la plaga pese al incremento de los GDH. A medida que avanzan la estación y el cultivo, la población de *H. virescens* se ve más fuertemente presionada por la acción depredadora de *Cosmoclopius* spp., que prevalece aun cuando el aumento de las temperaturas determina un mayor desarrollo de las poblaciones de las plagas.

Al realizar la respectiva regresión múltiple para analizar la influencia de los GDH y de la población

de *H. virescens* en la dinámica poblacional de *Cosmoclopius* spp., también surge que existe una interrelación entre estas variables. La población de *Cosmoclopius* tiene una estrecha dependencia con los GDH y la población de *H. virescens* existente en esos momentos.

La mejor ecuación del modelo de ajuste de la regresión múltiple para describir la relación entre la población de *Cosmoclopius* spp. (variable dependiente) y los GDH y la población de *H. virescens* (variables independientes) es la siguiente:

$$\text{Media } \textit{Cosmoclopius} = -0,343473 + 0,00176439 \times \text{GDH} + 0,22665 \times \text{Media } \textit{H. virescens}$$

Sin embargo, a diferencia de lo que sucede con la población de *H. virescens* al efectuar un análisis de los parámetros y los valores de la regresión múltiple, surge que la población del depredador es más dependiente de la acumulación térmica que de la población de *H. virescens*. Por lo tanto, para simplificar el modelo, es más factible eliminar la población de la plaga principal que los GDH. Esto sucedería fundamentalmente por el hecho de que *Cosmoclopius* spp. no es un depredador exclusivo de larvas de *H. virescens* sino que posee otras presas, sean agentes nocivos o agentes auxiliares, y existe aun en ausencia de la población de *H. virescens*. Es común que la población de este depredador ya se encuentre establecida en los campos de tabaco antes del establecimiento de la población de *H. virescens*.

Análisis de regresión múltiple

Variable dependiente: Población *Cosmoclopius* spp.

Parámetro	Estimado	Error estándar	T estadístico	Valor P
CONSTANTE	-0,343473	0,178826	-1,92071	0,0672
GDH	0,00176439	0,00032125	5,49228	0,0000
Pobl. <i>H. virescens</i>	0,22665	0,103312	2,19384	0,0386

Análisis de varianza - ANOVA

Fuente	Suma de cuadrados	Gr. libertad	Cuadrados medios	F Proporcional	Valor P
Modelo	7,76095	2	3,88048	19,93	0,0000
Residual	4,4779	23	0,194691		
Total (Corr.)	12,2388	25			

$R^2 = 63,4124 \%$
 Error estándar estadístico = 0,441238
 Índice Durbin-Watson (DW) = 1,86243

R^2 (ajustado por grados de libertad) = 60,2309 %
 Error medio absoluto (MAE) = 0,257844

Para determinar los momentos oportunos de aplicación de los agentes de protección para controlar a *H. virescens* en el cultivo de tabaco en el NOA no es suficiente conocer los GDH, sino que debe necesariamente cuantificarse la presencia del hemíptero *Cosmosclopis*. El análisis debe ser realizado en un sentido holístico y no aislado solamente a uno de los factores claves.

Las ciclos de vida para *H. virescens*, sean teóricos o corregidos por monitoreos, que se establecen en los Cuadros 2 y 3 tienen un carácter orientador y no son factibles de ser empleados cuando existen poblaciones naturales del depredador *Cosmoclopius* spp., ya que este incide significativamente en las poblaciones de las larvas de la plaga.

Literatura citada

- Butler, GD, Jr.; Hamilton, AG. 1979. Development time of *H. virescens* in relation to constant temperature. *Environmental entomology* 6:759-760.
- Butler, GD, Jr.; Hamilton, AG; Proshold, FI. 1979. Developmental times of *H. virescens* and *H. subflexa* in relation to constant temperature. *Annals of the Entomological Society of America* 72:263-266.
- Cobbe, RV. 1998. Capacitación Participativa en el Manejo Integrado de Plagas – MIP. Una propuesta para América Latina – Documento preparado para la FAO.
- Delgado, HA; Fedre, D; Batallanos, D; Tolosa, C; González, N; Boldrini, C; Tejerina, H; Meza Montellanos, L. 2001. Desarrollo e implementación de un sistema de manejo integrado de plagas en el cultivo de tabaco claros en el Noroeste Argentino. Informe. 1ra Parte. Salta, AR, Convenio Universidad de Salta-Massalín Particulares. 60 p.
- _____; Fedre, D; Batallanos, D; Tolosa, C; González, N; Boldrini, C; Tejerina, H; Meza Montellanos, L. 2002. Desarrollo e implementación de un sistema de manejo integrado de plagas en el cultivo de tabaco claro en el Noroeste Argentino. Informe. 2da Parte. Salta, AR, Convenio Universidad de Salta-Massalín Particulares. 40 p.
- Harcourt, D. 1982. Manejo de plagas. IDIA 397 – 400. Buenos Aires, AR, INTA. p. 27-43.
- Hartstack, AW, Jr; Hollingsworth, JP; Ridgeway, RL; Lopez, JD. 1976. MOTHZV-2: A computer simulation of *Heliothis zea* and *H. virescens* population dynamics. User manual. USDA ARS-S-127. p. 12.
- Kranz, J; Theunissen, J; Becker-Raterink, S. 1994. Vigilancia y Pronósticos en la Protección Vegetal. Feldafing, DE, Zentralstelle für Ernährung und Landwirtschaft. 281 p.
- Potter, MF; Huber, RT; Watson, TF. 1981. Heat unit requirements for emergence of overwintering tobacco budworm, *H. virescens*, (F.), in Arizona. *Environmental Entomology* 10:543-545.
- Statistical Graphics Corporation. 1997. Statgraphics Plus for Windows 3. Sistema de análisis estadístico. Estados Unidos. University of California. s.f. Degree-Days and Phenology Models. Statewide Integrated Pest Management Project. Estados Unidos. 10 p.
- Wilson, LT; Barnett, WW. 1983. Degree-Days: An Aid in Crop and Pest Management. *California Agriculture* 37:4-7.
- Zalom, FG; Goodell, PB; Wilson, L.T; Barnett, WW; Bentley, WJ. 1983. Degree-Days: The Calculation and Use of Heat Units in Pest Management. University of California Division of Agriculture and Natural Resources. Leaflet 21373. 32 p.

Ocorrência estacional de *Doru luteipes* na cultura do milho em São Paulo, Brasil

Julio César Guerreiro¹
Evoneo Berti Filho²
Antonio Carlos Busoli³

RESUMEN. Abundancia estacional de *Doru luteipes* en el cultivo de maíz en São Paulo, Brasil. *Doru luteipes* es un importante depredador de *Spodoptera frugiperda*, plaga que aparece durante todo el período de crecimiento del maíz (*Zea mays*), ocasionando la reducción de la productividad. Este trabajo tuvo como objetivo observar la ocurrencia de *D. luteipes* y su posible influencia en la población de *S. frugiperda* en condiciones de campo. El trabajo fue realizado en Jaboticabal, São Paulo, en la zafra 2001/2002, en un área de 0,5 ha plantada con maíz (AG-2012). Las evaluaciones fueron realizadas semanalmente, en 30 plantas al azar, registrando el número de *S. frugiperda* y de *D. luteipes*, hasta los 80 días pos-germinación de las plantas. *D. luteipes* estuvo presente en todas las evaluaciones, casi siempre asociada a la larva *S. frugiperda*. Durante la fase fenológica 1, hubo aumento de la infestación de gusanos, de 1,00 a 1,40 gusanos/planta, mientras que el número medio de depredadores fue de 0,27 a 0,60 individuos/planta. Después de este período, la densidad poblacional de *S. frugiperda* se redujo considerablemente, hasta alcanzar 0,10 gusanos/planta, pero el número de depredadores aumentó significativamente, llegando a 1,27 individuos/planta. El mayor número medio de *D. luteipes* fue observado 44 días después de la emergencia de la planta, con un total de 3,43 individuos/planta. *D. luteipes* tiene un importante papel en la reducción poblacional de huevos y gusanos de *S. frugiperda*.

Palabras clave: Control biológico, tijerilla, gusano cogollero del maíz, *Spodoptera frugiperda*.

ABSTRACT. Seasonal occurrence of *Doru luteipes* in maize in São Paulo, Brazil. *Doru luteipes* is an important predator of eggs and small caterpillars of the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda*, a serious pest occurring during the whole period of development of maize crops (*Zea mays*). This paper deals with the occurrence and the influence of *D. luteipes* on the population of *S. frugiperda* in field conditions. The experiment was set in a 0.5 ha area of maize crop (AG-2012), in Jaboticabal, State of São Paulo, Brazil. Evaluations were carried out weekly in 30 corn plants, at random, by registering the number of *S. frugiperda* and *D. luteipes* up to 80 days from plant germination. *D. luteipes* was present in all the evaluations, mostly associated to the *S. frugiperda* caterpillar. During the first phenological stage, there was an increase in the number of caterpillars, from 1.00 to 1.40 caterpillars/plant, while the mean number of the predator ranged from 0.27 to 0.60 predator/plant. After this period, the population density of *S. frugiperda* was reduced to 0.10 caterpillars/plant, but that of *D. luteipes* increased to 1.27 predator/plant. The highest mean number of *D. luteipes*, at 3.43 predator/plant, was observed 44 days after plant emergence. *D. luteipes* plays an important role in reducing the number of *S. frugiperda* worms and eggs.

Key words: Biological control, earwig, fall armyworm, *Spodoptera frugiperda*.

Introdução

O milho ocupa posição de destaque em nível mundial, quer seja pela sua produção ou área cultivada. Devido a sua composição química e valor nutritivo, constitui-se em um dos mais importantes cereais cultivados, tratando-se de um alimento básico largamente

consumido no mundo (Fornasieri Filho 1992). O Brasil ocupa a terceira posição mundial no que diz respeito à produção e consumo de milho. No país, são produzidas cerca de 41,5 milhões de toneladas, correspondendo a 7% da produção mundial (Agrianual 2002).

¹ Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Av. Pádua Dias, nº 11, 13418-900, Piracicaba, São Paulo, Brasil. jcguerre@esalq.usp.br

² Departamento de Entomologia, Fitopatologia e Zoologia Agrícola, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Av. Pádua Dias, nº 11, 13418-900, Piracicaba, São Paulo, Brasil.

³ Departamento de Fitossanidade, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellani, s/n, 14880-900, Jaboticabal, São Paulo, Brasil.

Atualmente tem se dado ênfase ao rendimento da cultura, em função do desenvolvimento tecnológico, que tem implicado na maximização da lucratividade. Pensando desta forma, os produtores vêm tentando otimizar o sistema de produção, principalmente com a preocupação em controlar as pragas (Dourado Neto & Fancelli 2000). No entanto, este controle tem sido realizado com inseticidas de largo espectro de ação, que tem implicado em ressurgência de pragas primárias e surgimento de pragas secundárias, pela eliminação de inimigos naturais (Coll & Bottrell 1995, Colunga-Garcia *et al.* 1997).

Para o completo sucesso e estabelecimento de programas de controle biológico em agroecossistemas temporários, como a cultura do milho, são necessários conhecimentos básicos sobre o grau de seletividade dos agrotóxicos aplicados, as pragas envolvidas, os inimigos naturais presentes no agroecossistema, bem como a relação existente entre estes organismos (Stern *et al.* 1959, Ehler & Miller 1978, Gross *et al.* 1985, Santos *et al.* 1990, Cruz *et al.* 2002).

É expressiva a fauna benéfica de predadores na cultura do milho, dentre as espécies mais encontradas, destacam-se as pertencentes à família Forficulidae, com especial atenção à espécie *Doru luteipes* (Scudder 1876), importante predador de pragas primárias e secundárias desta cultura, tais como: *Spodoptera frugiperda* (Smith 1797), *Helicoverpa zea* (Boddie 1850) e pulgões de modo geral (Reis *et al.* 1988, Alvarenga *et al.* 1995, Cruz & Oliveira 1997).

De acordo com Cruz (1991), estudos laboratoriais e de campo, comprovam a eficiência deste predador no controle de *S. frugiperda*. Marengo & Saunders (1993) notaram que a densidade de *S. frugiperda*, em campo, diminui com a presença de *Doru* sp., sendo uma espécie comumente encontrada durante todo o ano em campo, principalmente em culturas que apresentam arquitetura foliar do tipo cartucho, como o milho e o sorgo (Cruz *et al.* 1995).

Devido a grande importância do conhecimento da ocorrência de inimigos naturais e de suas presas na cultura do milho, o presente trabalho teve como objetivo estudar a relação entre a ocorrência estacional do predador *D. luteipes* e da praga *S. frugiperda*, observando a influência de fatores climáticos e fenológicos em suas populações.

Material e métodos

A presente pesquisa foi realizada na Fazenda de Ensino e Pesquisa, da Faculdade de Ciências Agrárias

e Veterinárias da UNESP, em Jaboticabal – SP, no ano agrícola 2001/2002, em uma área de 0,5 ha de milho (cultivar AG – 2012), semeado no dia 28/10/01. As amostragens foram realizadas semanalmente, até os 80 dias de idade das plantas, iniciando-se na fase fenológica 1 (segunda semana após a emergência da planta), até a fase fenológica 7 (fase de grãos pastosos), segundo a classificação de Dourado Neto & Fancelli (2000). Durante o período de avaliação não houve qualquer tipo de tratamento fitossanitário, e os tratamentos culturais foram aqueles comumente utilizados para a cultura do milho.

Em cada data de amostragem foram inspecionadas visualmente, e de forma aleatória, 30 plantas na área estudada, pois segundo Amaro & Baggiolini (1982) e Lo (2000), a observação visual de plantas é eficiente por ser natural e facilmente realizável, desde que se tenha conhecimento prévio sobre os insetos amostrados, e a relação destes com a planta estudada.

Primeiramente foi avaliada a parte externa de cada planta (folhas e colmos), para observar a presença de ninfas e adultos do predador *D. luteipes*. Após esta avaliação realizada externamente, avaliou-se a presença de ovos, ninfas e adultos de *D. luteipes* e de formas jovens de sua presa, a lagarta *S. frugiperda*, no interior do cartucho de cada planta avaliada.

Para que não houvesse dúvida quanto a espécies de insetos (predador e presa) observadas na área, foram coletados alguns indivíduos no campo, com o auxílio de redes entomológicas e tubos coletores, sendo posteriormente levados ao laboratório e comparados com insetos de coleções mantidas pelo museu do Departamento de Fitossanidade UNESP/Jaboticabal.

Os elementos meteorológicos, utilizados neste trabalho, foram extraídos de um conjunto de dados coletados na Estação Agroclimatológica da UNESP, Campus de Jaboticabal, SP.

De posse dos dados registrados foram realizados os estudos de correlações entre a presença de *S. frugiperda* e de seu predador *D. luteipes*, discutindo a densidade populacional destes insetos durante a fase de desenvolvimento da cultura do milho, bem como a influência de fatores climáticos e dos estágios fenológicos da cultura em suas populações.

Resultados e discussão

Doru luteipes ocorreu de forma abundante durante todo o período de desenvolvimento inicial da cultura,

pois o híbrido de milho propiciou alimentação e proteção para as fases jovens e adultas deste predador, concordando com Cruz *et al.* (1995), que também observaram ser esta planta um ótimo hospedeiro para o inimigo natural, pois além de proporcionar um microambiente ideal para formas jovens (ovos e ninfas) de *D. luteipes*, oferece alimentação alternativa na forma de pólen, para ninfas e adultos.

Na maioria das observações, estes predadores estavam associados à presença de ovos e lagartas pequenas de *S. frugiperda*, apresentando correlação negativa com a população desta praga ($r = -0,689$; $t = -2,689$ e $P = 0,0275$), de modo que a presença do predador, influenciou na redução populacional da praga. Os dados concordam com Cruz (1991), que obteve reduções populacionais significativas de *S. frugiperda* em plantas de milho que continham, no mínimo, um casal de *D. luteipes*.

Na primeira avaliação, realizada aos 14 dias após a emergência das plantas (dae), observou-se em média 0,27 *D. luteipes* por planta, com um total de 23,3% destas apresentando pelo menos um predador (Tabela 1). Neste mesmo período, 40% das plantas avaliadas estavam atacadas pela lagarta *S. frugiperda*. No entanto, a maior porcentagem de ataque da praga foi observada aos 22 dae, com 73% das plantas apresentando, no mínimo, uma lagarta pequena. A partir desta amostragem, a densidade populacional de lagartas-do-cartucho foi reduzida consideravelmente, até atingir

0,10 lagarta/planta aos 40 dae, enquanto que a população de *D. luteipes* aumentou para 1,27/planta (Tabela 1).

O predador *D. luteipes* foi, provavelmente, um dos fatores responsáveis pela diminuição de *S. frugiperda*, durante o período estudado, no entanto, é interessante citar que, apesar de não ter sido observado uma correlação significativa entre a presença da lagarta *S. frugiperda* e os fatores climáticos e fenológicos avaliados individualmente, concordando com Cruz & Oliveira (1997) a inter-relação destes fatores podem ter implicado na diminuição da população da praga.

Observa-se que o aumento da população de *D. luteipes*, e a conseqüente diminuição de *S. frugiperda* ocorreram na fase fenológica 2 (plantas com 8 folhas), fase considerada crítica, devido a maior vulnerabilidade da planta ao ataque da praga (Cruz *et al.* 2002). O maior número médio de predadores (tesourinhas) foi observado aos 44 dae, com um total de 3,43 predadores/planta, sendo observada a presença de pelo menos 1 predador em 77,7% das plantas avaliadas (Tabela 1).

Durante as duas primeiras semanas de amostragens (14 a 22 dae), observou-se apenas a presença de adultos de *D. luteipes*, provavelmente, migrantes de culturas circunvizinhas em estado fenológico mais avançado. As primeiras posturas de *D. luteipes* foram observadas aos 22 dae, e estas foram freqüentemente encontradas até o período de crescimento do pendão aos 57 dae (fase fenológica 4) (Fig. 1).

Tabela 1. Densidade populacional (\pm erro padrão) e porcentagem de plantas que continham *S. frugiperda* e *D. luteipes*, em diferentes fases fenológicas da cultura do milho. Jaboticabal - SP, 2001/2002.

Amostragens	dae*	Fase fenológica	<i>Spodoptera frugiperda</i>		<i>Doru luteipes</i>	
			Densidade	(%)	Densidade	(%)
21/11	14	F 1	1,00 \pm 0,28	40,0	0,27 \pm 0,10	23,3
29/11	22	F 1	1,40 \pm 0,26	73,0	0,60 \pm 0,15	40,0
04/12	27	F 2	0,77 \pm 0,15	56,0	0,67 \pm 0,14	53,3
17/12	40	F 2	0,10 \pm 0,06	10,0	1,27 \pm 0,32	56,7
21/12	44	F 3	0,03 \pm 0,03	3,0	3,43 \pm 0,93	77,7
28/12	51	F 3	0,00 \pm 0,00	0,0	2,37 \pm 0,47	60,0
03/01	57	F 4	0,00 \pm 0,00	0,0	2,07 \pm 0,36	73,3
10/01	64	F 5	0,03 \pm 0,03	3,0	1,80 \pm 0,18	93,3
17/01	71	F 6	0,03 \pm 0,03	3,0	1,43 \pm 0,29	63,3
24/01	78	F 7	0,00 \pm 0,00	0,0	0,63 \pm 0,13	46,7

*Dias após a emergência da planta
F= Fase Fenológica da Planta

As ninfas foram observadas a partir dos 40 dae, apresentando pico populacional aos 44 dae, com 3,13 predadores/planta. As ninfas foram às formas predominantes até os 64 dae, fase compreendida entre a fase fenológica 2 e a 5. Nesta fase, observou-se que as ninfas encontravam-se, na sua maioria, próximas aos pendões das plantas, alimentando-se, provavelmente, de outras pragas, como os pulgões (Alvarenga *et al.* 1995), ou mesmo de néctar e pólen, alimentos que são considerados fontes alternativas de energia, implicando em aumentando da eficiência destes predadores em campo (Panizzi & Parra 1991).

Não houve correlação entre a presença de *D. luteipes* e a temperatura e precipitação pluviométrica quando estudadas individualmente, o que segundo Cruz & Oliveira (1997), evidencia que a dinâmica populacional de *D. luteipes* é dependente da ocorrência simultânea de mais de um fator climático. Do mesmo modo, como citado anteriormente, estes fatores independentemente avaliados não se correlacionaram com a flutuação populacional de *S. frugiperda*.

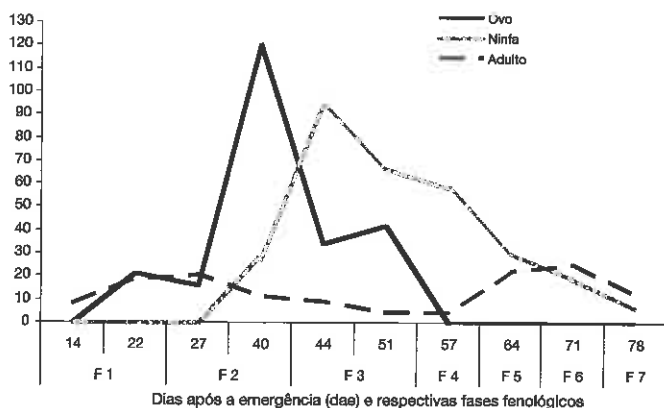


Figura 1. Número total de ovos, ninfas, adultos de *D. luteipes* encontrados nas diferentes datas de amostragem e fases fenológicas da cultura do milho. Jaboticabal - SP, 2001/2002.

De modo geral, observou-se que *D. luteipes* teve, provavelmente, importância na redução populacional de *S. frugiperda* nos períodos considerados críticos à cultura do milho. Este predador ocorreu de forma abundante em todas as fases fenológicas do milho, sendo um dos primeiros predadores observados na área, atuando na predação de pragas primárias e secundárias, até as fases fenológicas finais.

Literatura citada

- Agriannual. 2002. Anuário da agricultura brasileira. São Paulo, BR, FNP Consultoria & Comércio. 434 p.
- Alvarenga, CD; Vendramim, DJ; Cruz, I. 1995. Biologia e predação de *Doru luteipes* (Scud.) sobre *Schizaphis graminum* (Rond.) criado em diferentes genótipos de sorgo. Anais da Sociedade Entomológica do Brasil 24:523-531.
- Amaro, P; Baggiolini, M. 1982. Introdução à proteção integrada. Lisboa, PT, FAO/DGPPA. 276 p.
- Coll, M; Bottrell, DG. 1995. Predator-prey association in mono and di-cultures: effect of maize and bean vegetation. Agriculture, Ecosystems and Environment 54:115-125.
- Colunga-Garcia, M; Gage, SH; Landis, DA. 1997. Response of an assemblage of Coccinellidae (Coleoptera) to a diverse agricultural landscape. Community and Ecosystem Ecology 26(4):797-804.
- Cruz, I. 1991. Potencial de *Doru luteipes* como predador de *Spodoptera frugiperda* em condições de campo. Sete Lagoas, BR, Relatório Técnico Anual do Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo 1985/1987. 4:85-86.
- _____; Alvarenga, CD; Figueiredo, PEF. 1995. Biologia de *Doru luteipes* (Scudder) e sua capacidade predatória de ovos de *Helicoverpa zea* (Boddie). Anais da Sociedade Entomológica do Brasil 24(2):273-278.
- _____; Oliveira, AC. 1997. Flutuação populacional do predador *Doru luteipes* Scudder em plantas de milho. Pesquisa Agropecuária Brasileira 32(4):363-368.
- _____; Waquil, JM; Viana, PA; Valicente, FH. 2002. Pragas: diagnósticos e controle (em linha). Disponível em < <http://www.potafos.org/ppiweb/brazil> > Acesso em :2 abr.
- Dourado Neto, D; Fancelli, AL. 2000. Produção de milho. Ed. Guaíba: Agropecuária. 326 p.
- Ehler, LE; Miller, JC. 1978. Biological control in temporary agroecosystems. Entomophaga 23(3):207-212.
- Fornasieri Filho, D. 1992. A cultura do milho. Jaboticabal, FUNEP. 273 p.
- Gross Jr, HR; Pair, SD; Jackson, RD. 1985. Behavioral responses of primary entomophagous predators to larval homogenates of *Heliothis zea* and *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) in whorl-stage corn. Environmental Entomology 14:360-364.
- Lo, PL. 2000. Species and abundance of ladybirds (Coleoptera: Coccinellidae) on Citrus orchards in Northland, New Zealand, and comparison of visual and manual methods of assessment. New Zealand Entomologist 23:61-65.
- Marenco-Mendoza, R; Saunders, JL. 1993. Depredación de *Spodoptera frugiperda* por *Doru* sp. en maíz en el trópico húmedo de Costa Rica. Manejo Integrado de Plagas 27:24-26.
- Panizzi, AR; Parra, JRP. 1991. Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas. São Paulo, BR, Manole. 359 p.
- Reis, LL; Oliveira, LJ; Cruz, I. 1988. Biologia e potencial de *Doru luteipes* no controle de *Spodoptera frugiperda*. Pesquisa Agropecuária Brasileira 23(1):333-342.
- Santos, OD; Bueno, VHP; Berti Filho, E. 1990. Coccinélídeos predadores que ocorrem em diversas culturas na região de Lavras, MG. Revista de Agricultura 65(3):233-238.
- Stern, VM; Smith, RF; Bosch, R Van Den; Hagen, KS. 1959. The integrated control concept. Hilgardia 29(2):81-101.

Evaluación de diseños de trampa, altura de colocación y tamaño de dispensadores de feromona en la captura de adultos de *Spodoptera frugiperda*

Jorge Salas¹

RESUMEN. Se evaluaron dos diseños de trampa, tres alturas de colocación de las mismas y tres tamaños de dispensadores de la feromona sexual sintética del cogollero del maíz *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae), en una siembra experimental de maíz en el Campo Experimental Quibor, municipio autónomo Jiménez, estado Lara, Venezuela, para medir el efecto individual y combinado de esos tres factores en la captura de adultos machos de esta especie. Los tratamientos fueron asignados en un diseño de arreglo factorial de 2x3x3, completamente aleatorizado. Los resultados obtenidos indican que existen diferencias significativas ($P \leq 0,05$) en la captura, al comparar los tres tamaños de dispensadores, siendo el de mayor tamaño el que registró el mayor promedio de captura. En cuanto al diseño de trampa, la de agua capturó significativamente ($P \leq 0,05$) una mayor cantidad de adultos en comparación con la trampa adhesiva. En relación con la altura de colocación de la trampa respecto al suelo, se encontraron diferencias significativas ($P \leq 0,05$) entre las tres alturas, siendo la de 50 cm la de mayor registro. Al comparar la interacción de los tres factores, solamente la combinación trampa-altura resultó significativa ($P \leq 0,05$). La combinación trampa de agua a 25 cm y 50 cm y la trampa adhesiva a 50 cm resultaron con valores mayores de captura, sin diferencias significativas entre estas combinaciones, pero sí con las demás.

Palabras clave: Atrayente sexual, cogollero del maíz, control etológico, Lepidoptera.

ABSTRACT. Evaluation of trap design, trap height and pheromone dispenser size in the capture of *Spodoptera frugiperda* males. Two trap designs, three trap heights and three dispenser sizes of the pheromone of the fall armyworm *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) were evaluated in an experimental corn plot located in Campo Experimental Quibor, Municipio Jimenez, estado Lara, Venezuela, to measure the individual and combined effects of those three factors in the capture of adult males of this species. Treatments were arranged in a 2x3x3 randomized factorial design. Results showed significant differences ($P \leq 0.05$) in capture regarding the size of pheromone dispensers, and the bigger size recorded the highest mean capture. In relation to trap design, the water pan trap captured significantly ($P \leq 0.05$) more males than the sticky trap. Regarding trap height placement, traps placed 50 cm above ground recorded more males captured, and were significantly different ($P \leq 0.05$) from other heights. When comparing the interaction of the three factors, only the trap-height combination was significant ($P \leq 0.05$). The combination of water pan trap at 25 and 50 cm and the sticky trap at 50 cm recorded the highest capture, without significant differences between them, and with differences with the other combinations.

Key words: Ethological control, fall armyworm, sexual attractant, Lepidoptera.

Introducción

El maíz *Zea mays* L. es un cultivo de gran importancia en la estructura alimentaria mundial y en especial en Venezuela, donde es producido por pequeños, medianos y grandes productores (Fundación Polar-Danac

1996). Uno de los factores que limitan su producción y productividad es el cogollero del maíz *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae), que puede afectar el cultivo en sus fases de cortador, ba-

¹ Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), Centro de Investigaciones Agropecuarias del estado Lara. Apartado Postal 592. Barquisimeto. Venezuela. jorge_s1@intercable.net.ve, jsalas@inia.gov.ve

redor y cogollero, así como dañar las mazorcas (Fundación Polar-Danac 1996, Salas 2001).

En el manejo integrado de plagas (MIP), se han utilizado las trampas con feromona sexual de insectos para la evaluación y control de sus poblaciones (Carde y Elkinton 1984). Sin embargo, factores intrínsecos a la feromona, como sus componentes y el número de ellos, su pureza, estabilidad y la tasa de liberación; factores extrínsecos como el diseño de trampa, sustrato de liberación (dispensadores), altura y localización de las trampas; y algunos factores ambientales, como la temperatura y la humedad, influyen en la detección y captura eficientes de esos insectos (American Chemical Society 1976, Minks 1977).

Varios diseños de trampas, su ubicación horizontal y vertical respecto al cultivo, y la distancia entre ellas, han sido utilizados para diferentes insectos plagas (Mitchell *et al.* 1972, Sharma *et al.* 1973, Tingle y Mitchell 1975, 1979, Busoli 1984, Carde y Elkinton 1988, Salas *et al.* 1991, Derrick *et al.* 1992, Jansson *et al.* 1992, Hesler y Sutter 1993, Alm *et al.* 1994, López *et al.* 1994). Asimismo, se estudió el efecto sobre la captura de diferentes alturas de colocación de las trampas respecto al suelo (Tingle y Mitchell 1979, Salas *et al.* 1991, Derrick *et al.* 1992, Alm *et al.* 1994, Bartelt *et al.* 1994).

Se evaluaron también otros factores relacionados con la feromona, como el tipo de atrayente y la dosis, tipo y antigüedad del dispensador (Brown *et al.* 1992, Jansson *et al.* 1992, Jansson *et al.* 1993, Hesler y Sutter 1993, Leonhardt *et al.* 1993, Bartelt *et al.* 1994) y el efecto de factores climáticos como la temperatura, la dirección del viento, la exposición al sol, etc., sobre la efectividad de la feromona (Tingle y Mitchell 1979, Carde y Elkinton 1988, Brown *et al.* 1992).

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto individual o combinado de dos diseños de trampas, tres alturas de colocación de las mismas respecto al suelo y tres tamaños de dispensadores de la feromona sexual sintética del cogollero del maíz *S. frugiperda* sobre la captura de machos de esta especie en siembras de maíz.

Materiales y métodos

Se estableció una siembra experimental de maíz de 1,5 ha en el Campo Experimental Quibor del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), antes FONAIAP, localizado 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.

Los tratamientos fueron asignados en un diseño de arreglo factorial (2x3x3) completamente aleatorizado, con cuatro repeticiones. Los diseños de trampa evaluados fueron la trampa de agua (Fig. 1) (Salas 2001) y una trampa adhesiva, la cual consistió en un plato circular, plano, de 23,5 cm de diámetro, con una abertura circular de 6 cm de diámetro, donde se suspendió el dispensador de la feromona con una pieza de alambre. A la trampa se le untó el pegamento para insectos ALT® (Valbrenta Chemicals, Italia) por ambas caras. La longitud (cm), ancho (cm) y volumen (ml) de los dispensadores de goma fue: grande (2,4; 1,7 y 1,8), mediano (1,9; 1,1 y 0,7) y pequeño (1,8; 0,9 y 0,3), mientras que las alturas de colocación de la trampa con relación al suelo fueron de 0,25 y 50 cm. Las trampas de agua fueron colocadas sobre huacales de madera para alcanzar los 50 cm y sobre bloque de concreto para los 25 cm, mientras que las adhesivas se suspendieron y sujetaron sobre cabillas de metal a esas mismas alturas. Ambas trampas fueron instaladas el 22-11-1996, con dos conteos por semana por siete semanas, desde la tercera semana a partir de la germinación de las semillas, presentando las plantas evaluadas una edad de tres a 10 semanas de desarrollo. Las trampas estuvieron separadas entre sí por 10 m y distribuidas al azar.

Los dos componentes utilizados de la feromona de *S. frugiperda* fueron cis-7-dodecenyl-acetato (Z-7-DDA) y cis-9-tetradecenyl-acetato (Z-9-TDA). Cada dedal (*lure*) contenía 0,02 mg de Z-7-DDA + 2,5 mg de Z-9-TDA + 0,375 mg de hidrotolueno butilado (BHT) + 0,25 mg de Eusolex-4360®, siendo estos dos últimos compuestos estabilizadores de los componentes de la feromona.

Los datos de captura fueron transformados de la distribución Poisson a normal, mediante el procedimiento señalado por Steel y Torrie (1988). Igualmente, se les practicó un análisis de varianza y una prueba de medias de rango múltiple de Duncan. Todo el análisis estadístico de los datos estudiados fue procesado con el programa SAS (1990).

Resultados

Los resultados obtenidos indican que existen diferencias significativas ($P \leq 0,05$) en la captura. En cuanto al diseño de trampa, la de agua capturó significativamente ($P \leq 0,05$) una mayor cantidad de adultos en comparación con la trampa adhesiva (Cuadro 1). En relación con la altura de colocación de la trampa respecto al suelo, se encontraron diferencias significati-

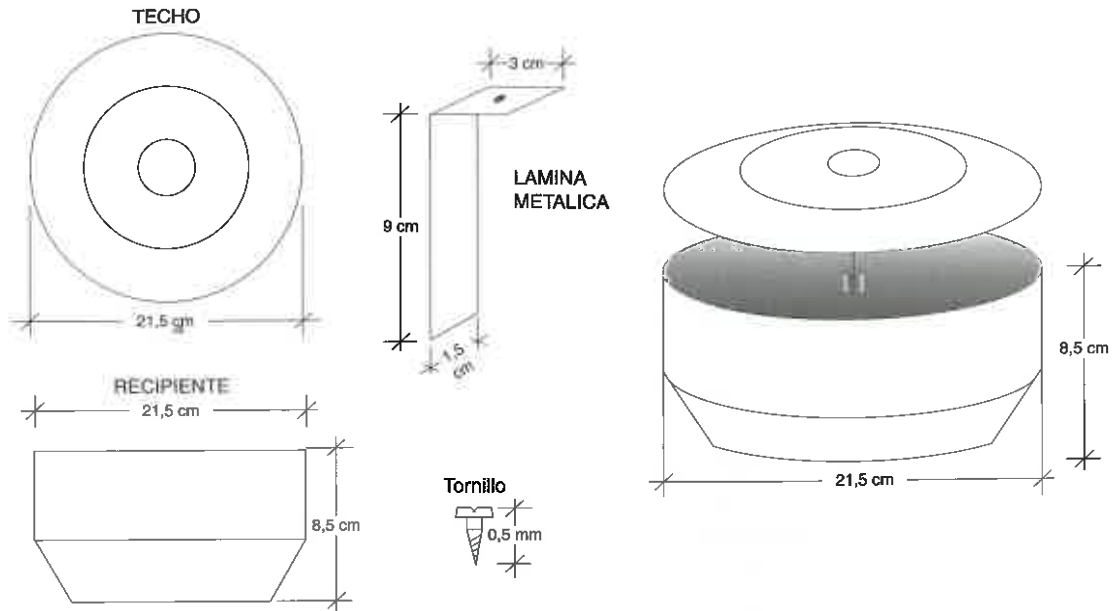


Figura 1. Partes y componentes de una trampa y trampa lista.

vas ($P \leq 0,05$) entre las tres alturas, siendo la de 50 cm la de mayor registro (Cuadro 2). También se detectaron diferencias significativas ($P \leq 0,05$) al comparar los tres tamaños de dispensadores, siendo el de mayor tamaño el que registró el mayor promedio de captura (Cuadro 3).

Al comparar la interacción de los tres factores, solamente la combinación trampa-altura resultó significativa ($P \leq 0,05$). La combinación trampa de agua a 25 cm y 50 cm y trampa adhesiva a 50 cm resultaron con valores mayores de captura, sin diferencias significativas entre estas combinaciones, pero sí con las demás (Cuadro 4).

Cuadro 1. Captura de machos de *Spodoptera frugiperda* en dos diseños de trampas en siembras de maíz (1996).

Diseño de trampa	Total	Número de adultos capturados	
		Promedio/trampa	Promedio/trampa/noche ¹
Agua	293	98	2,2 ± 4,95 a
Adhesiva	156	52	1,6 ± 3,04 b

¹Valores seguidos de la misma letra no difieren significativamente al 5%, según la prueba de medias de rango múltiple de Duncan.

Cuadro 2. Captura de machos de *Spodoptera frugiperda* en trampas colocadas a tres alturas sobre el suelo en siembras de maíz (1996).

Altura (cm)	Total	Número de adultos capturados	
		Promedio/trampa	Promedio/trampa/noche ¹
50	222	74	1,6 ± 4,63 a
25	161	54	1,2 ± 4,35 b
0	66	22	0,5 ± 3,35 c

¹Valores seguidos de la misma letra no difieren significativamente al 5%, según la prueba de medias de rango múltiple de Duncan.

Cuadro 3. Captura de machos de *Spodoptera frugiperda* en trampas con tres tamaños de dispensadores de feromonas en siembras de maíz (1996).

Tamaño	Total	Número de adultos capturados	
		Promedio/trampa	Promedio/trampa/noche ¹
Grande	194	65	1,4 ± 3,96 a
Mediano	141	47	1,0 ± 4,35 b
Pequeño	114	38	0,8 ± 4,12 b

¹Valores seguidos de la misma letra no difieren significativamente al 5%, según la prueba de medias de rango múltiple de Duncan.

Cuadro 4. Captura de machos de *Spodoptera frugiperda* en la interacción diseño de trampa y altura sobre el suelo en siembras de maíz (1996).

Diseño/altura	Total	Número de adultos capturados	
		Promedio/trampa	Promedio/trampa/noche ¹
Trampa de agua/25	126	42	0,9 ± 6,03 a
Trampa de agua/50	114	38	0,8 ± 2,99 a
Trampa adhesiva/50	108	36	0,8 ± 4,94 a
Trampa de agua/0	53	18	0,4 ± 5,85 b
Trampa adhesiva/25	35	12	0,3 ± 1,96 b
Trampa adhesiva/0	13	4	0,1 ± 1,32 b

¹Valores seguidos de la misma letra no difieren significativamente al 5%, según la prueba de medias de rango múltiple de Duncan.

Discusión

Los resultados obtenidos sugieren que la trampa de agua fue más eficiente que la trampa adhesiva en la captura de adultos machos de *S. frugiperda*. Algunos autores han conseguido diseños de trampa más eficientes que otros en la captura de ciertos insectos plaga (Tingle y Mitchell 1975, Jansson *et al.* 1992, Hesler y Sutter 1993).

Tingle y Mitchell (1975) encontraron que la trampa de rejillas eléctricas capturó más machos de *S. frugiperda* y *S. exigua* que los otros seis diseños evaluados, y que las trampas adhesivas fueron útiles mientras su área de captura no estuviera saturada de polillas. Busoli (1984) registró más capturas de polillas de *S. frugiperda* en las trampas Pherocon 1C (Zoecon, EUA) y Niutrap (Montedison, Italia) en comparación con la Delta PBW (Albany, EUA). López *et al.* (1994) no encontraron diferencias en la captura de *Helicoverpa zea* y *Heliothis virescens* al comparar la trampa Texas Pheromone; sin embargo, encontraron que la eficiencia fue muy baja para *H. virescens* con la trampa Universal Moth Trap (International Pheromone System, Inglaterra) en siembras de maíz, sorgo y algodón. Igualmente, Alm *et al.* (1994) consiguieron que las trampas Trece Trap Top (Trece, Salinas, CA, EUA) capturaran significativamente más adultos de *Popillia japonica* que que la trampa Vane Trap (Comercial

Plastics & Suply, Providence, RI, EUA) y la tradicionalmente usada Trece Catch-Can Trap (Trece, Salinas, CA, EUA).

En cuanto a la altura de colocación de las trampas con respecto al suelo, los resultados obtenidos sugieren que los adultos de *S. frugiperda* vuelan a alturas de más de 25 cm sobre el suelo. Sin embargo, este factor depende de la especie de insecto y el ambiente que ocupe. Estos resultados coinciden con los de Tingle y Mitchell (1979), quienes no encontraron diferencias significativas en las capturas de adultos de *S. frugiperda* cuando la altura de la planta de maíz fue menor o igual a la altura de las trampas con feromonas. A pesar de lo anterior, en campos de maní, las trampas colocadas a 1,2 m sobre el suelo capturaron significativamente más adultos que aquellas colocadas a 0,7 y 0,5 m. Por su parte, Derrick *et al.* (1992) reportaron que las trampas colocadas a la altura de la mazorca de maíz capturaron más adultos de *Ostrinia nubilalis* que las colocadas en el tope de la planta, y que las capturas estuvieron significativamente correlacionadas con las masas de huevos detectadas.

Alm *et al.* (1994) capturaron más adultos de *P. japonica* en campos de golf cuando el borde de la trampa de embudo utilizada estuvo a 13 cm sobre el suelo en comparación con 90 cm. Otros investigadores registraron, en un huerto de palma datilera, más adul-

tos capturados de *Carpophilus mutilatus* en trampas colocadas a 3 m de suelo que aquellas a 0,3 m, y que la captura de otras especies de *Carpophilus* se incrementa en alturas de entre 0,3 y 3 m, pero que en *C. humeralis* ocurrió lo contrario: la captura aumentó más cerca del suelo (Bartelt *et al.* 1994).

El incremento en el tamaño del dispensador resultó en una mayor captura de adultos de *S. frugiperda*, lo cual pudiera deberse a una liberación más eficiente y extendida de la feromona. Sharma *et al.* (1973) encontraron que un incremento de 10 veces del tamaño original del dispensador de la feromona de *Pectinophora gossypiella* causó un incremento significativo en la captura, pero que un incremento de 100 veces ni la aumentó ni la redujo. Leonhardt *et al.* (1993) encontraron que un nuevo dispensador de la feromona de *Lymantria dispar*, al compararlo con el tradicionalmente usado, prolongó por más tiempo la liberación, lo cual se tradujo en una mayor captura.

Agradecimiento

El autor agradece al Dr. Simon Voerman, del Research Institute for Plant Protection (IPO-DLO), Wageningen, Países Bajos, por el suministro de las muestras de feromona utilizadas en este estudio.

Literatura citada

- Alm, SR; Yeh, T; Campo, ML; Dawson, CG; Jenkins, EB; Simeoni, AE. 1994. Modified trap designs and heights for increased capture of Japanese beetle (Coleoptera: Scarabaeidae). *Journal of Economic Entomology* 87(3):775-780.
- American Chemical Society. 1976. Symposium of Pest Management with Insect Sex Attractants. Proceedings. Washington, DC. Ed. Beroza, M. (ACS Symposium Series 23).
- Bartelt, RJ; Vetter, RS; Carison, DG; Baker, TC. 1994. Influence of pheromone dose, trap height, and septum age on effectiveness of pheromones for *Carpophilus mutilatus* and *C. hemipterus* (Coleoptera: Nitidulidae) in a California date garden. *Journal of Economic Entomology* 87(3):667-675.
- Beroza, M. 1976. Symposium of Pest Management with Insect Sex Attractants. Proceedings. Washington, DC, US, American Chemical Society. 192 p. (ACS Symposium Series 23).
- Brown, DF; Knight, AL; Howell, JF; Sell, CR; Krysan, JL; Weiss, M. 1992. Emission characteristics of a polyethylene pheromone dispenser for mating disruption of codling moth (Lepidoptera: Tortricidae). *Journal of Economic Entomology* 85(3):910-917.
- Busoli, AC. 1984. Eficiencia de tipos de armadilhas associados a doses do feromônio sexual (Z)-9-dodecen-1-ol-acetato na captura de *S. frugiperda* (J.E. Smith 1797) (Lepidoptera: Noctuidae). *Anais da Sociedade Entomologica do Brasil* 13(1):131-140.
- Carde, RT; Elkinton, JS. 1984. Field trapping with attractants: methods and Interpretation. In Hummel, HE; Miller, TA. eds. *Techniques in Pheromone Research*. New York, Springer-Verlag. p 111-129.
- _____; Elkinton, JS. 1988. Effects of intertrap distance and wind direction on the interaction of gypsy moth (Lepidoptera: Lymantriidae) pheromone-baited traps. *Environmental Entomology* 17(5):764-769.
- Derrick, ME; Van Duyn, JW; Sorenson, CE; Kennedy, GG. 1992. Effect of pheromone trap placement on capture of male European corn borer (Lepidoptera: Pyralidae). *Environmental Entomology* 21(2):240-246.
- Fundacion Polar-Danac. 1996. Sistema Maíz: Programas de Investigación, Capacitación y Transferencia de Tecnología, Información y Documentación. Venezuela. 35 p. (mimeo).
- Hesler, LS; Sutter, GR. 1993. Effect of trap color, volatile attractants, and type of toxic bait dispenser on capture of adult corn rootworm beetles (Coleoptera: Chrysomelidae). *Environmental Entomology* 22(4):743-750.
- Jansson, RK; Mason, LJ; Heath, RR; Sorensen, KA; Hammond, AM; Robinson, JV. 1992. Pheromone trap monitoring system for sweet potato weevil (Coleoptera: Apionidae) in the Southern United States: effects of trap type and pheromone dose. *Journal of Economic Entomology* 85(2):416-423.
- _____; Mason, LJ; Heath, RR; Lecrone, SH; Forey, DE. 1993. Pheromone trap monitoring system for sweet potato weevil (Coleoptera: Apionidae) in the Southern United States: Effects of lure type, age and duration in storage. *Journal of Economic Entomology* 86(4):1109-1115.
- Leonhardt, BA; Mastro, VC; Devilbiss, ED. 1993. New dispenser for the pheromone of the gypsy moth (Lepidoptera: Lymantriidae). *Journal of Economic Entomology* 86(3):821-827.
- López, JD Jr.; Goodenough, JL; Beerwinkle, KR. 1994. Comparison of two pheromone trap designs for monitoring corn earworm and tobacco budworm (Lepidoptera: Noctuidae). *Journal of Economic Entomology* 87(3):793-801.
- Minks, AK. 1977. Trapping with behavior-modifying chemicals: feasibility and limitations. In Shorey, HH; Mckelvy, JJ, Jr. eds. *Chemical Control of Insect Behavior*. New York, US, John Wiley and Sons. p. 385-394.
- Mitchell, ER; Webb, JC; Baumhover, AH; Hines, RW; Stanley, JW; Endris, RG; Lindquist, DA; Masuda, S. 1972. Evaluation of cylindrical electric grids as pheromone traps for loopers, and tobacco hornworms. *Environmental Entomology* 1:365-368.
- Salas, J; Alvarez, C; Parra, A. 1991. Evaluación de dos componentes de la feromona sexual, tres diseños y altura de colocación de trampas, en la eficiencia de atracción y captura de adultos machos de *Phthorimaea operculella* (Lepidoptera: Gelechiidae). *Agronomía Tropical* 41(3-4):169-178.
- _____. 2001. Captura de *Spodoptera frugiperda* en trampas con feromona. *Manejo Integrado de Plagas* 59: 48-51.
- SAS Institute. 1990 SAS/STAT user's guide, version 6. 4 ed. SAS Institute, Cary, NC, US. v. 2, 329 p.
- Steel, GD; Torrie, JH. 1988. *Bioestadística: Principios y procedimientos*. 1 ed. en español. México, McGraw Hill. 622 p.
- Sharma, RK; Rice, RE; Reynolds, HT; Hannibal, RM. 1973. Effect of trap design and size of hexalure dispensers on catches of pink bollworm males. *Journal of Economic Entomology* 66(5):377-379.
- Tingle, FC; Mitchell, ER. 1975. Capture of *Spodoptera frugiperda* and *S. exigua* in pheromone traps. *Journal of Economic Entomology* 68(5):613-615.
- Tingle, FC; Mitchell, ER. 1979. *Spodoptera frugiperda*: Factors affecting pheromone trap catches in corn and peanuts. *Environmental Entomology* 8(6):989-992.

Evaluación de métodos de cría del ácaro *Amblyseius largoensis*

Héctor Rodríguez Morell¹
Mayra Ramos Lima²

RESUMEN. Se evaluaron diferentes métodos de cría de *Amblyseius largoensis* (Muma) en condiciones de laboratorio, dado su potencial como agente de control biológico de *Polyphagotarsonemus latus* (Banks). Se determinó que el método de supervivencia de hojas de papa infestadas con ácaro blanco es el más favorable para obtener las poblaciones necesarias para realizar estudios de laboratorio mientras que, para la reproducción masiva, la opción más adecuada es el método de las bandejas de zinc galvanizado con soporte inerte. Para el mantenimiento del pie de cría en época óptima para la reproducción del fitófago sobre hojas de papa, se debe utilizar el método de supervivencia de hojas sobre sustrato inerte con *P. latus* y polen de maíz, y en época no óptima, se debe usar el método de supervivencia de hojas de toronja infestadas con *Panonychus citri* (McGregor). Se ofrecen los porcentajes de incremento y la tasa de multiplicación de la población del depredador para todos los métodos evaluados y el momento óptimo de cosecha.

Palabras clave: Métodos de cría, *Polyphagotarsonemus latus*, cajas cerradas, supervivencia de hojas, cría en plantas, sustrato inerte, bandejas, presa alternativa, polen, parámetros demográficos.

ABSTRACT. Evaluation of rearing methods for *Amblyseius largoensis*. Different rearing methods for *Amblyseius largoensis* (Muma) in laboratory conditions were evaluated because of its potential as a biological control agent of *Polyphagotarsonemus latus* (Banks). Results showed that the best method to obtain the population necessary for laboratory studies was using potato leaves infested with white mites. On the other hand, the most adequate way for mass rearing consisted of a galvanized zinc tray with inert support. For stock maintenance in the optimal season for rearing *P. latus* on potato leaf, the survival method of leaves on inert substrate with *P. latus* and maize pollen should be used. During less optimal seasons, the method of survival of grapefruit leaves infested with *Panonychus citri* (Mc Gregor) should be used. This paper also provides the percentages of increase and the multiplication rates of the predator population for all the methods evaluated, as well as the optimal time for harvesting.

Key words: Rearing methods, *Polyphagotarsonemus latus*, closed cages, survival leaf culture, rearing plant, inert substrate, galvanized zinc tray, alternative prey, pollen, population parameters.

Introducción

El incremento de la utilización de los ácaros Phytoseiidae como agentes de control biológico demanda un continuo desarrollo y perfeccionamiento de los métodos de cría, de manera tal que se garanticen altas producciones a bajo costo y con la calidad requerida (Gilkeson 1992, Kostianen y Hoy 1994). La evaluación de métodos de cría de ácaros fitoseidos constituye un componente básico dentro de un programa de

control biológico de fitoácaros. La meta de un plan de producción masiva es obtener, con un mínimo de trabajo y espacio, un número máximo de hembras fértiles y de buena calidad, dentro de un período de tiempo corto (Mesa *et al.* 1993).

Los métodos por utilizar dependen fundamentalmente de las características de la especie que se desea criar y de la disponibilidad de espacio y recursos. De

¹ Grupo de Plagas Agrícolas. Dirección de Protección de Plantas. Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria. Carretera de Jamaica y Autopista Nacional. San José de las Lajas, La Habana. Cuba. hrguez@censa.edu.cu

² Departamento de Informática y Desarrollo. Centro Nacional de Seguridad Biológica. 28 No 502. Miramar. Playa. Ciudad de La Habana 11300. Cuba. mayramos@cnsn.cu

manera general, existen cinco técnicas de cría: en arena, cajas, plantas, en campo abierto y cría sobre dietas alternativas (Gilkeson 1992), que presentan ventajas y desventajas, dependiendo del fin que se persiga con los ácaros producidos.

El ácaro depredador *Amblyseius largoensis* (Muma) (Acari: Phytoseiidae) posee cualidades favorables para convertirse en un agente de control biológico eficiente de *Polyphagotasonemus latus* (Banks) (Acari: Tarsonemidae) (Rodríguez y Ramos, en prensa). Por ello, el objetivo del presente trabajo fue evaluar diferentes métodos de cría de este fitoseido, con vistas a obtener las poblaciones necesarias para realizar estudios de laboratorio y su posterior uso en el control de la plaga.

Materiales y métodos

Para realizar los experimentos de cría, se utilizaron como sustratos hojas de papa (*Solanum tuberosum* Linn. var. 'Baraka') y de toronja (*Citrus x paradisi* Macf. var. 'Marsh'). Para obtener las hojas de papa se plantaron entre 16 y 20 tubérculos en bandejas de aluminio de 0,15 m³ de capacidad con suelo estéril. Las plantas se regaron en días alternos y no recibieron fertilizantes ni plaguicidas. Las bandejas se colocaron en un local de plantas sanas, durante 21 días. La temperatura y la humedad relativa registradas con un higrotermógrafo fueron de 23,21 ± 1,33°C y 64,55 ± 8,27%, respectivamente.

Las hojas de toronja se tomaron directamente del campo, garantizando que estuvieran maduras y sin daños de insectos o enfermedades. Se llevaron al laboratorio y se lavaron con abundante agua por el haz y el envés y se secaron con un algodón. Posteriormente, se colocaron en una placa Petri con algodón humedecido.

Para la cría de *P. latus*, las bandejas con plantas de papa obtenidas por el procedimiento anterior se transfirieron a otra casa de malla, donde se inocularon con pequeñas secciones de hojas infestadas con *P. latus*. A los siete días, las hojas pudieron ser utilizadas para realizar los experimentos. La temperatura y la humedad relativa en este local fueron de 25,17 ± 1,52°C y 66,49 ± 8,56%, respectivamente, registradas con un higrotermógrafo.

En el caso de *Panonychus citri* (McGregor) (Acari: Tetranychidae), se picaron secciones de hojas infestadas con el ácaro y se colocaron sobre las unidades de cría recién formadas. A los dos días se retiraron las hojas, quedando así listas para ser utilizadas en la cría en los dos días siguientes.

Métodos de cajas cerradas, supervivencia de hojas y plantas

El experimento se realizó con una población de *A. largoensis* que se inició a partir de hembras grávidas aisladas de plantas de toronja 'Marsh' mantenidas en el laboratorio en todas las fases de *P. citri*. Los métodos de cría probados fueron los siguientes:

Método de cajas cerradas

Se emplearon placas Petri de 9,0 cm de diámetro con sello de plastilina en el borde interno de la tapa, que presentaban un orificio de 3,0 cm de diámetro sellado con una malla fina para permitir la ventilación. Dentro de cada unidad de cría se colocaron siete folíolos de papa, infestados con una densidad promedio de 21 ácaros blancos/cm². La densidad promedio suministrada se calculó contabilizando la población total existente en un marco de un cm² en tres folíolos seleccionados al azar.

Método de supervivencia de hojas

Se utilizaron placas Petri de 14 cm de diámetro con algodón humedecido, sobre el que se colocaron 10 folíolos de papa con una densidad promedio de 19,0 *P. latus* por cm² (contabilizados por el método descrito anteriormente) y dos cubreobjetos, con el propósito de ofrecerles sitios de oviposición y descanso a los depredadores.

Métodos de las plantas

Se plantaron tubérculos de papa en macetas plásticas de 1500 cm³ de capacidad que contenían suelo estéril. A los 21 días, las plantas se inocularon con pequeñas secciones de hojas infestadas con *P. latus*. Cinco días después, se inició el experimento.

Una vez conformadas las diferentes unidades de cría, se liberaron tres hembras grávidas de *A. largoensis*. A los tres y seis días de iniciado el experimento fue necesario reponer el alimento. El experimento se evaluó a los 10 días, determinándose del número de huevos, de fases móviles (larvas, protoninfas, deutoninfas, machos) y de hembras del depredador presentes en cada uno de los métodos. Los conteos se realizaron bajo un microscopio estereoscópico. En el caso particular del método de las plantas, fue necesario cortar las hojas y el tallo para observarlos de forma independiente.

El experimento se replicó tres veces, empleando en cada una de ellas tres unidades de cría por método. Para conocer la influencia de cada método en el incremento de la población del depredador, se utilizó un

análisis de varianza de clasificación simple y, para evaluar la existencia de diferencias significativas, se aplicó la prueba de rango múltiple de Duncan.

Método sobre sustrato inerte con adición de polen y sin ella, y polen solo

Con el propósito de perfeccionar la metodología de cría, se realizó este experimento a partir de una población de *A. largoensis* mantenida en el laboratorio por el método de supervivencia de hojas de papa, utilizando como alimento todas las fases de *P. latus*. Los métodos probados fueron:

Método de sustrato inerte (*P. latus*)

Se emplearon placas Petri de 14,0 cm de diámetro con algodón humedecido, sobre el cual se colocó una pieza circular de acrílico blanco con los bordes cubiertos de algodón. Sobre el acrílico se colocaron tres hojas de papa infestadas con ácaro blanco de la cría establecida en la casa de malla. Las hojas tenían una densidad promedio de 17 *P. latus*/cm², determinándose la misma por el procedimiento descrito en el experimento anterior. Cada dos días se adicionaron nuevamente tres hojas de papa, sin retirar las que se habían colocado con anterioridad.

Método de sobre sustrato inerte con polen (*P. latus* + polen)

Se utilizaron unidades de cría similares a las descritas anteriormente y se procedió como en el método anterior, con la única diferencia de que al inicio del experimento y a los tres y siete días se adicionaron 25 mg de polen de maíz, *Zea mays* Linn. En esta variante de cría, la densidad del ácaro blanco fue de 13,7 ácaros/cm². El polen se recolectó de anteras maduras de maíz, se tamizó, se secó en una estufa a 50°C durante dos horas y luego fue almacenado a 4°C durante el tiempo que duró el experimento.

Método con polen

En unidades de cría similares a las anteriores se colocó, en el centro del acrílico, una mota de algodón deshilachado y sobre la misma un cubreobjetos. Finalmente, se le adicionaron 25 mg de polen de maíz. A partir de este momento, se siguió un procedimiento similar al descrito en el experimento anterior. En este caso, para realizar el análisis de varianza de clasificación simple, se utilizó la transformación \sqrt{x} .

Para saber si existían diferencias entre las cantidades suministradas de *P. latus*, se comparó la densi-

dad poblacional del tarsonémido por cm² en los dos métodos que utilizaron este alimento, a través la prueba *t* de Student.

Método de las bandejas

A partir de los resultados obtenidos en los experimentos anteriores, se decidió probar una nueva variante de cría sobre sustrato inerte, pero en una unidad de mayor tamaño. El experimento se realizó a partir de una población de *A. largoensis* mantenida en el laboratorio en todas las fases de *P. latus*.

Se tomaron bandejas de zinc galvanizado de 34 x 23 x 4 cm con algodón humedecido, sobre el cual se colocó una pieza rectangular de acrílico pintada de marrón. Sobre la misma se colocaron 10 hojas de papa infestadas con una densidad promedio de 9,79 ácaros blancos/cm². Una vez conformadas las unidades de cría, se liberaron 20 hembras grávidas de *A. largoensis*. Cada dos días, se adicionaron seis nuevas hojas, sin retirar las que se habían colocado con anterioridad, por lo que se fue formando un montículo de hojas.

Se contabilizó a los 10 y 15 días, bajo un microscopio estereoscópico, la cantidad de huevos, de fases móviles (larvas, protoninfas, deutoninfas, machos) y de hembras presentes en cada hoja de papa. Para ello, las hojas se numeraron desde el nivel superior hasta la última hoja observada. El experimento se replicó tres veces y en cada una de ellas se utilizaron tres bandejas. Con el propósito de determinar los porcentajes de población del depredador presente en los diferentes estratos de la unidad de cría, a los 15 días se consideraron los niveles poblacionales cosechados en grupos de tres hojas y se les aplicó un análisis de comparación de proporciones.

Método de supervivencia sobre presas alternativas

Este experimento tiene el propósito de evaluar un método de cría alternativo que permita el mantenimiento de la cría del depredador en el momento en que no se cultiva la papa. El ensayo se realizó a partir de la misma población descrita en el primer experimento de cría.

Las unidades experimentales quedaron constituidas por placas Petri de 9 cm de diámetro con algodón humedecido, sobre el cual se colocó una hoja de toronja 'Marsh', infestada con todas las fases de *P. citri*. Sobre la hoja se colocó un cubreobjetos con el propósito de ofrecerle sitio de descanso y oviposición a los depredadores.

Sobre las unidades de cría se liberaron tres hembras grávidas de *A. largoensis*. A los tres y seis días de

iniciado el experimento fue necesario reponer el alimento. El experimento se evaluó a los 10 días, determinando el número de huevos, de fases móviles (larvas, protoninfas, deutoninfas, machos) y de hembras del depredador. Los conteos se realizaron bajo un microscopio estereoscópico. El experimento se replicó tres veces, empleando en cada una de ellas tres unidades de cría.

Comparación de métodos

Para conocer el incremento de la población, se utilizó la expresión propuesta por Mesa *et al.* (1993). Los cálculos se llevaron a cabo con los datos de la cosecha realizada a los 10 días, con excepción del método de las bandejas, que también se evaluó a los 15 días.

$$\text{Incremento (\%)} = (\text{PF} - \text{PI}) \times 100 / \text{PI},$$

donde:

PI = Población inicial

PF = Población final

La tasa de multiplicación se determinó para todos los métodos con los valores de la última cosecha realizada, dividiendo el incremento de la población entre 100.

Validación de los parámetros demográficos

A partir del conocimiento de la población que puede obtenerse en cada método, se utilizó la ecuación de incremento de la población utilizada por Mesa *et al.* (1993) para calcular los parámetros de la tabla de vida.

$$\text{PF} = \text{PI} \cdot e^{rmT},$$

donde:

PI = Población inicial

PF = Población final

rm = Tasa intrínseca de incremento

T = Tiempo

El cálculo de la tasa intrínseca de incremento (rm), permitió la estimación de la tasa finita de incremento (l) mediante la expresión $l = e^{rm}$ (Sabelis 1985), y la tasa neta de reproducción (Ro), que se evaluó mediante la expresión $Ro = \text{PF} / \text{PI}$ (Bouza *et al.* 1993). Todos los cálculos se realizaron con los valores obtenidos en la última cosecha realizada, es decir, 15 días para el método de las bandejas y 10 para los restantes.

Ventajas y desventajas de los métodos de cría seleccionados

Se valoraron, de forma cualitativa, las ventajas y desventajas de los métodos que dieron los mejores resultados, teniendo en cuenta como criterios evaluativos los de Mégevand *et al.* (1993), quienes consideraron el rendimiento potencial del método, la posibilidad de estimación de la producción, la eficiencia en el tiempo invertido en la cría y en las labores de manipulación, monitoreo y recolección, así como la similitud con las condiciones de campo. En la selección se tomaron en cuenta, además, las condiciones existentes en Cuba para la reproducción masiva de los ácaros fitoseidos y las características del cultivo de la papa y de la plaga.

Todos los experimentos se realizaron en condiciones de laboratorio. La temperatura fue de $23,20 \pm 4,83^\circ\text{C}$ y la humedad relativa de $71,66 \pm 10,80\%$, medidas con un higrómetrografo.

Resultados y discusión

Método de cajas cerradas, supervivencia de hojas y plantas

Todos los métodos mostraron, de manera general, incrementos poblacionales de *A. largoensis* en condiciones laboratorio (Fig. 1). El resultado del análisis estadístico demostró que la mayor cantidad de individuos se obtuvo por el método de supervivencia de hojas, en este caso en estados móviles. Este resultado, a su vez, no difirió significativamente de los huevos y hembras cosechados con el mismo método, ni de las hembras en los restantes métodos. La variante menos adecuada para la reproducción de *A. largoensis* fue la de cajas cerradas.

Con respecto a los diferentes métodos de cría para fitoseidos, es importante señalar que —aunque el uso de estos ácaros en planes de control biológico se realiza desde hace cuatro décadas— aún hoy se continúa con la experimentación y optimización de los mismos. En todos los casos, se relacionan métodos más sencillos, económicos y que permiten obtener poblaciones más elevadas.

A pesar de las múltiples variantes que se han registrado, el empleo del método de supervivencia de hojas es muy común, señalándose como uno de los usados para la cría de fitoseidos, ya que mantiene la presa sobre un sustrato natural, permitiendo así la estabilidad y el desarrollo del depredador (Overmeer 1985a, Gilkeson 1992).

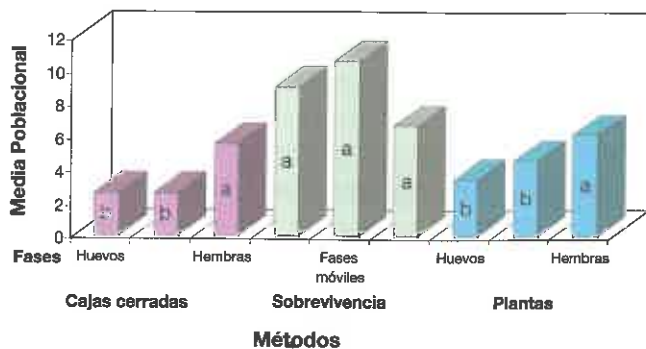


Figura 1. Incremento poblacional promedio de *A. largoensis* en los diferentes métodos de cría. Medias con letras iguales no difieren significativamente ($P < 0,05$).

Este método se ha aplicado con resultados satisfactorios en *Neoseiulus barkeri* (Hughes), *N. californicus* (McGregor) [= *Amblyseius californicus* (McGregor)], *A. andersoni* (Chant), *Euseius stipulatus* (Athias-Henriot) y *Galendromus occidentalis* (Nesbitt) [= *Typhlodromus occidentalis* (Nesbitt)] (Rodríguez-Reina *et al.* 1992); así como para *E. finlandicus* (Oudemans) [= *A. finlandicus* (Oudemans)], *A. reductus* Wainstein, *Anthoseius rhenanus* (Oudemans) (Kostiainen y Hoy 1994) y *Phytoseiulus macropilis* (Banks) (Ramos 1997).

Estudios relacionados con *A. largoensis* señalan también el método de supervivencia de hojas como el mejor para esta especie (Sandness y McMurtry 1970, Kamburov 1971). Se debe anotar que la validación cualitativa de los resultados antes descritos coincide con lo registrado por estos autores, quienes no evaluaron cuantitativamente sus datos. Los resultados encontrados en cuanto al incremento poblacional y la sencillez de la técnica ratifican las ventajas que tiene el método de supervivencia de hojas sobre los otros dos en la cría de *A. largoensis*. Sin embargo, con vistas a su producción masiva en las condiciones de los Centros de Reproducción de Entomófagos y Entomopatógenos (CREE) resulta poco práctico, porque las hojas de papa se deterioran con facilidad, requiriendo frecuentes cambios de alimento para mantener la estabilidad en la reproducción del depredador. Además, la cría de *P. latus* en papa durante el verano es difícil, pues las poblaciones se incrementan rápidamente y las plantas mueren a causa del daño que les provoca el fitófago.

Método sobre sustrato inerte con adición de polen y sin ella, y polen solo

Los mejores resultados se encontraron cuando se combinó *P. latus* y polen, aunque no difirieron significativamente del método de ácaro blanco solo. La variante con polen como única fuente de alimento difirió significativamente de los restantes métodos (Fig. 2). Kamburov (1971) indica que esta especie se reprodujo satisfactoriamente sobre polen de maíz por más de dos años y medio, aunque no especifica la magnitud de los incrementos poblacionales obtenidos; sin embargo, en este estudio se observó que, aunque se reproduce, no alcanza incrementos comparables a los logrados en los otros dos métodos de cría.

En los tres métodos de cría, las mayores cosechas se obtuvieron en las fases móviles. Este resultado es el esperado si se considera que la duración del desarrollo de *A. largoensis* varía de seis a ocho días, para condiciones similares (Rodríguez y Ramos, en prensa). Por esta razón, para observaciones de 10 días solo es posible alcanzar una segunda generación para las fases inmaduras, lo cual se consideró como un buen indicador de las características del método y coincidió con los resultados observados en el experimento anterior.

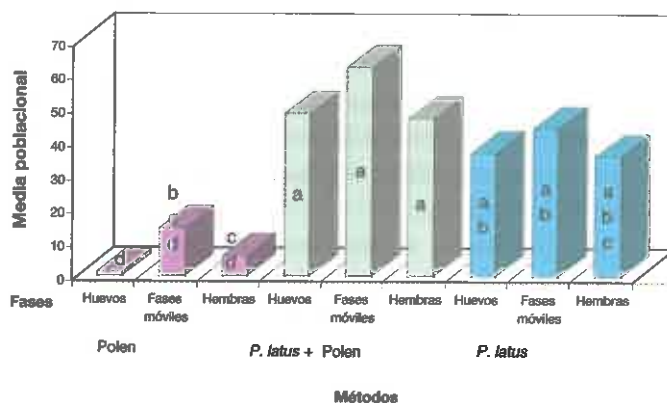


Figura 2. Incremento promedio poblacional de *A. largoensis* en los diferentes métodos de cría. Medias con letras iguales no difieren significativamente ($P < 0,05$).

Cuando se utilizó ácaro blanco más polen, la densidad poblacional del tarsonémido fue de $13,56 \pm 7,69$ *P. latus/cm*², valor significativamente inferior al de la variante que solo tenía ácaro blanco ($16,70 \pm 7,58$) ($P < 0,05$). Este hecho pone de manifiesto la influencia favorable que ejerce el polen cuando se adiciona como alimento suplementario, ya que los niveles poblacionales del depredador son mayores, a pesar de que el nivel de presa suministrado en esta variante fue menor.

Este resultado confirma el planteamiento de diversos autores, quienes indican los efectos beneficiosos de esta fuente alimenticia (McMurtry 1992, Reis y Alves 1997, Nomikuo *et al.* 2002, van Rijn *et al.* 2002). También es importante considerar que el polen es relativamente fácil de coleccionar y se puede almacenar a 4°C por más de un año, sin pérdida de su valor nutritivo (Overmeer 1985b), por lo que podría considerarse como una alternativa para la cría en Centros Reproductores, en los momentos en que sea difícil obtener altos niveles poblacionales de los fitófagos.

Asimismo, se ha demostrado que la presencia del polen en aguacateros (*Persea americana* Mill) incrementa la efectividad de *E. hibisci* (Chant) sobre *Oligonychus punicae* (Hirst.) (Acari: Tetranychidae), pues induce un mayor incremento poblacional del depredador, con lo cual aumenta el consumo total de presas, a pesar de que, individualmente, los depredadores consumen menos ácaros (McMurtry y Scriven 1966, McMurtry y Rodríguez 1987). Además de las ventajas que ofrece el polen para la cría de fitoseidos, este tiene un importante papel en el establecimiento de los depredadores en los períodos en los cuales escasean las presas disponibles (Overmeer 1985b).

Esta técnica permite una adecuada reproducción del depredador y, a la vez, disminuye considerablemente la manipulación. Mediante este procedimiento, sólo es necesario adicionar regularmente hojas de papa con abundante población de ácaro blanco y polen, ya que el biorregulador va pasando por sí mismo a las hojas recién puestas.

Los resultados alcanzados permiten concluir que la variante experimental donde se utilizó como alimento ácaro blanco más polen de maíz fue la que permitió obtener mayores poblaciones del depredador, con relativamente poco gasto de tiempo y recursos.

Método de las bandejas

La media poblacional de *A. largoensis* obtenida en el método de las bandejas para los dos momentos de cosecha se muestra en la Fig. 3. A los 15 días, se encontraron los mayores valores para los huevos, los estados móviles y la población total; mientras que las hembras alcanzaron volúmenes superiores a los 10 días. En ambos momentos, la menor densidad recolectada fue la de huevos.

A partir de este resultado, se puede establecer que la cosecha del depredador se debe realizar a los 15 días. En ese momento se obtendrá el mayor número

de individuos, fundamentalmente fases móviles que son, junto con las hembras, las fases aptas para ejercer el control una vez liberadas en campo.

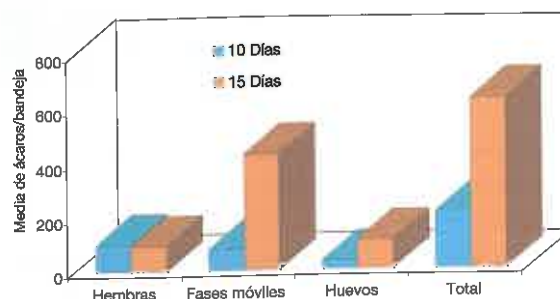


Figura 3. Incremento poblacional de *A. largoensis* en los dos momentos de cosecha.

Al evaluar los porcentajes de población presentes en los diferentes grupos de hojas a los 15 días, se observa que los mayores valores se encontraron en las hojas superiores, es decir, las últimas hojas que fueron colocadas en las unidades de cría (Cuadro 1).

Cuadro 1. Porcentajes de *A. largoensis* cosechados en los diferentes grupos de hojas.

Grupos de hojas	Huevos	Fases móviles	Hembras	Total
1 - 3	0,30 a	0,18 a	0,33 a	0,22 a
4 - 6	0,20 b	0,18 a	0,19 b	0,18 c
7 - 9	0,18 b	0,15 b	0,17 b	0,16 b
10 - 12	0,17 b	0,15 b	0,13 c	0,15 d
13 - 15	0,07 c	0,15 b	0,08 d	0,13 e
16 - 18	0,04 c	0,09 c	0,05 e	0,08 f
19 - 21	0,004 e	0,04 d	0,01 f	0,03 g
22 - 24	-	0,01 e	0,003 g	0,009 h
ES _x	0,010	0,050	0,011	0,004

Medias seguidas de letras iguales no difieren significativamente ($P < 0,05$).

En el caso de los huevos, se hallaron diferencias significativas entre el primer y el segundo estrato, mientras que este último no difirió de los dos siguientes, concentrándose en los mismos la mayor contribución a la cosecha en esta fase. Los demás estratos tienen una contribución mínima. Las hembras ofrecen un comportamiento parecido al de los huevos, con la diferencia de que el tercer nivel difiere significativamente del cuarto y, a partir de éste, el aporte a la cosecha es de menor cuantía.

Las fases móviles tienen un comportamiento diferente con respecto a las hembras y a los huevos. En

este caso, son importantes los niveles poblacionales hallados hasta el quinto grupo de hojas, tendencia que se mantiene cuando se analiza la población total cosechada en cada uno de los estratos establecidos.

Las hembras tienen una marcada tendencia a ascender al nivel superior en busca de alimento (Cuadro 1), lo cual condiciona que en este estrato se alcancen también las mayores concentraciones de huevos. En las primeras 12 hojas se cosecha más del 83% de la población de estas fases. Sin embargo, las fases móviles se distribuyen uniformemente en los estratos de la unidad de cría, alcanzando solamente el 68% de la población, para una cantidad similar de hojas.

Este resultado brinda elementos importantes para el proceso de cría de esta especie, ya que permite conocer, desde el punto de vista cuantitativo, la distribución de *A. largoensis* en los diferentes estratos de la unidad de cría, para obtener la mayor cantidad de individuos sin agotar por completo la población. Esto posibilita contar con un número de fitoseidos remanentes para iniciar nuevos ciclos productivos, todo lo cual facilita el proceso de cosecha, ya que se puede precisar la cantidad de hojas que se deben recolectar, dependiendo de las necesidades.

Escudero y Ferragut (1996) utilizan un procedimiento similar para reproducir a *P. persimilis* Athias-Henriot y *N. californicus* sobre *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae), con la diferencia de que en vez de utilizar hojas de papa, emplean hojas de judía. También en Colombia se ha criado a *Typhlodromalus tenuiscutus* McMurtry y Moraes, mediante técnicas muy parecidas, y se han reportado incrementos poblacionales semejantes a los aquí descritos (Mesa *et al.* 1993). En Cuba, técnicas de reproducción similares a las evaluadas en este estudio han sido utilizadas por Martínez *et al.* (1994) para *P. macropilis* y *A. limonicus* (Garman y McGregor), con resultados satisfactorios.

Con relación al momento de cosecha —aunque existe diversidad de criterios— una frecuencia quincenal es reconocida como un intervalo adecuado (Lo *et al.* 1992, Mesa *et al.* 1993), aspecto que se corroboró en este estudio.

El método de las bandejas constituyó la mejor opción para reproducir masivamente este depredador, por los incrementos poblacionales alcanzados, las facilidades de manipulación y los mínimos recursos requeridos.

Supervivencia sobre presas alternativas

Se encontró que *P. citri* es un alimento que permite el desarrollo y la reproducción de *A. largoensis* de forma satisfactoria. A los 10 días, la cosecha mayor se registró para los estados móviles, seguidos por los huevos. La menor cosecha se alcanzó para las hembras (Fig. 4).

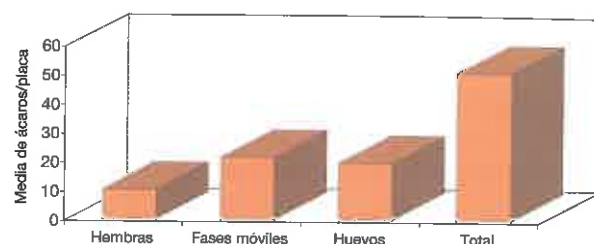


Figura 4. Incremento promedio poblacional de *A. largoensis* sobre *P. citri*.

El empleo de presas alternativas para la cría de ácaros se utiliza, incluso, en la producción de biorreguladores para ser liberados directamente en el campo. Entre estos se encuentran *N. cucumeris* (Oudemans) [= *A. cucumeris* (Oudemans)] y *N. barkeri*, los cuales son liberados masivamente para combatir a *Thrips tabaci* Lindeman (Thysanoptera: Thripidae). Estos fitoseidos son criados sobre ácaros de productos almacenados (*Acarus* spp. y *Tyrophagus putrescentiae* (Schrank) (Acari: Pyroglyphidae) (Ramakers y Lieburg 1982, Ramakers 1983). Mégevand *et al.* (1993) reportan la cría masiva de *N. idaeus* Denmark y Muma sobre *T. urticae*, para combatir a *Mononychellus tanajoa* (Bondar) (Acari: Tetranychidae), en yuca.

Los resultados permiten aseverar que este biorregulador se puede criar satisfactoriamente sobre *P. citri*, por lo que este método de cría se considera idóneo para el mantenimiento del pie de cría de *A. largoensis*, a partir del cual se podrá restablecer la producción masiva del depredador sobre ácaro blanco cuando sea necesario. Por este método, las actividades de mantenimiento se simplifican, gracias a la mayor duración de las hojas de toronja en condiciones de supervivencia, lo que lo hace más sencillo y económico que la cría sobre *P. latus* con los mismos fines.

Comparación de métodos

En general, se corroboraron los resultados encontrados en los análisis estadísticos. Los valores más elevados se obtuvieron con los métodos de supervivencia de hojas, *P. latus* más polen y *P. latus* solo (Cuadro 2).

Cuadro 2. Porcentaje de incremento de *A. largoensis* en los diferentes métodos de cría a los 10 días y la tasa de multiplicación.

Métodos de cría	Incremento	Tasa de multiplicación
Cajas cerradas	921,04	9,22
Supervivencia de hojas	1784,85	17,85
Plantas	947,97	9,48
Polen	140,71	1,41
Polen + <i>P. latus</i>	1658,94	16,59
<i>P. latus</i>	1203,45	12,03
Bandeja	943,79	9,43
<i>P. citri</i>	646,67	6,47

Es importante destacar que esta especie multiplica varias veces su población a los 10 días de iniciado el experimento, lo cual demuestra que tanto los métodos de cría empleados como el alimento ofrecido interactúan eficientemente en la producción del biorregulador y corroboran los resultados obtenidos en los estudios biológicos realizados.

El método de las bandejas arrojó resultados muy favorables en la observación realizada a los 15 días. Se alcanzó un porcentaje de incremento de 3024,69 y una tasa de multiplicación de 30 veces la población inicial. Sobre la base de estos resultados y la sencillez de la técnica, se recomienda como método más apropiado para la reproducción masiva de este depredador. En esta valoración también se consideró que en los CREE de Cuba existe el equipamiento necesario para realizar la reproducción masiva por este método, puesto que las bandejas se usan para la reproducción masiva de hongos biocontroladores en medio sólido. La sencillez de la técnica y la poca manipulación que requiere —solo es necesario adicionar hojas infestadas cada dos días— lo convierte en un procedimiento factible de ejecutar por el personal que labora en estas instalaciones.

Con relación al método en que se utilizó *P. citri* como alimento, los porcentajes de incremento fueron inferiores a los hallados cuando *A. largoensis* se alimentó de *P. latus*. Se conoce que los fitoseidos generalistas tienen normalmente menores tasas de incremento sobre ácaros tetraníquidos y sobre otras fuentes de alimento pueden alcanzar crecimientos más favorables (McMurtry y Rodríguez 1987), por lo que las diferencias encontradas pueden deberse a efectos nutricionales.

Validación de los parámetros demográficos

Los valores más altos de la rm se encontraron en los métodos de las bandejas, supervivencia de hojas y *P.*

latus más polen (Cuadro 3). Los mismos fueron superiores a los calculados en condiciones óptimas, para temperaturas similares (Yue y Tsai 1996). Este resultado, de modo general, está sustentado en los porcentajes de incrementos y la tasa de multiplicación encontrados, y evidencia que los métodos evaluados ofrecen condiciones óptimas para que este depredador exprese su potencial reproductivo.

Cuadro 3. Tasa intrínseca de incremento (λ), tasa finita de incremento (l) y tasa reproductiva neta (Ro) de *A. largoensis* en diferentes métodos de cría.

Métodos	rm	λ	Ro
Cajas cerradas	0,232	1,261	10,22
Supervivencia de hojas	0,293	1,340	18,85
Plantas	0,234	1,263	10,48
<i>P. latus</i>	0,256	1,291	13,03
Polen + <i>P. latus</i>	0,286	1,331	17,59
Polen	0,087	1,090	2,41
Bandeja	0,344	1,41	31,25
<i>P. citri</i>	0,20	7,46	1,22

La rm es un factor crucial en el éxito de los ácaros fitoseidos como biorreguladores, por lo que puede ser usada como índice para describir el incremento potencial de una especie bajo condiciones predeterminadas (Galazzi y Nicoli 1996). Este parámetro combina la tasa de reproducción y la mortalidad de la población, lo cual permite determinar los cambios netos en ella; por eso, puede ser usado como modelo, con el cual es posible comparar las tasas de incrementos observadas en la naturaleza (Ravinovich 1976). En la rm se sintetizan cualidades biológicas importantes, como son la fertilidad, la longevidad, la velocidad del desarrollo y el cociente sexual (Vera 1990).

Castagnoli y Falchini (1993) encontraron un valor de rm de 0,19 cuando *N. californicus* se alimentó de ácaro blanco y se basaron en este parámetro para señalarlo como una especie promisorio para el control del tarsonémido. Los resultados obtenidos demuestran que *A. largoensis* expresa mejores posibilidades para multiplicarse sobre esta especie y convertirse en un método de control eficiente. Los valores de rm encontrados pueden considerarse adecuados y son los característicos para los fitoseidos generalistas (McMurtry y Croft 1997).

El valor de la tasa de reproducción neta (Ro), que representa el número de prole/hembra de una población, en el método de las bandejas fue superior al encontrado para *A. largoensis* por Yue y Tsai (1996); mientras que en los restantes métodos fue inferior, lo

cual puede deberse a que el tiempo medio de generación se prefijó en 10 ó 15 días, y que influyó en los valores observados. Lo mismo se ha observado en estudios similares realizados con *P. macropilis* (Ramos 1997).

La tasa finita de incremento (l) se encuentra en el rango establecido para especies que controlan adecuadamente ácaros tetraníquidos (Sabelis 1985). Este valor indica la cantidad de individuos que habrá en la próxima unidad de tiempo por cada uno de los que existe en la actual.

Ventajas y desventajas de los métodos seleccionados

A partir de los resultados obtenidos en el estudio de métodos de cría, se seleccionaron los métodos de las bandejas, supervivencia de hojas y *P. latus* más polen como los más favorables para la cría de *A. largoensis*, y el de supervivencia sobre presas alternativas por su implicación en la extensión de este resultado (Cuadro 4).

El método de supervivencia de hojas se considera como el más adecuado para la realización de estudios biológicos con esta especie, dada la facilidad de monitoreo y evaluación que ofrece al poder observar los ácaros directamente bajo el estereomicroscopio, lo que permite tomar la fase que se requiera, así como por los altos potenciales de incremento.

Overmeer (1985a) y Gilkeson (1992) indican que la técnica de supervivencia de hojas garantiza la producción del depredador y la estabilidad de la presa de forma simultánea, lo cual es muy favorable y proporciona, además, los altos niveles de humedad requeridos para el desarrollo normal de los depredadores. Sin embargo, necesita que las hojas que se utilicen mantengan una buena calidad durante largos períodos de tiempo. Este último elemento es el factor que limita su uso con vistas a establecer la producción masiva del biorregulador, pues las hojas requieren ser repuestas frecuentemente, por lo que se consume gran cantidad de tiempo en la operación.

Esta limitante de la producción de *A. largoensis* sobre ácaro blanco se resuelve cuando se utiliza el método de las bandejas. Esta técnica, al igual que la anterior, permite una adecuada reproducción del depredador y, a la vez, disminuye considerablemente la manipulación. Mediante este procedimiento, sólo es necesario adicionar regularmente hojas de papa con abundante población de *P. latus*, ya que el biorregulador, por sí mismo, va pasando a las hojas recién puestas. Después de varios días se forma una pequeña montaña de hojas dentro de la unidad de cría. Con ello, se facilita la recolección de los fitoseidos, pues sólo es necesario tomar las hojas del nivel superior 24 horas después de haber sido colocadas, lo que permite cosechar un volumen elevado de la población presente.

Durante el período en el cual no se cultiva la papa, el mantenimiento de la cría se podrá realizar sobre *P. citri*. Este método permite mantener adecuadamente el fitoseido y brindará las poblaciones necesarias para reiniciar la producción del biorregulador sobre ácaro blanco.

El mejor método para el mantenimiento de la cría en laboratorio es el de supervivencia de hojas sobre sustrato inerte con polen, en el momento en que las hojas de papa estén disponibles; una vez que se termine el período óptimo del cultivo, se emplearía *P. citri* como presa alternativa.

En conclusión, los mayores porcentajes de incremento se alcanzaron mediante el empleo de los métodos de supervivencia de hojas, *P. latus* más polen y las bandejas. Para el mantenimiento de la cría durante el período en que no hay disponibilidad de papa, se debe emplear el método de supervivencia de hojas de toronja con *P. citri* como presa alternativa. La producción masiva del biorregulador se debe realizar por el método de las bandejas.

Cuadro 4. Ventajas y desventajas comparativas de los métodos de cría seleccionados.

Crterios	Supervivencia	<i>P. latus</i> + polen	<i>P. citri</i>	Bandejas
Rendimiento potencial	++	++	+	++
Estimación de la producción	++	+	++	+
Eficiencia del tiempo	-	+	++	++
Eficiencia en la labor	-	++	+	++
Monitoreo y manipulación	+	+	+	+
Recolección	-	++	-	++
Similitud con las condiciones de campo	++	+	-	+

++ Ventajoso + Intermedio - Desventajoso

Literatura citada

- Bouza, C; Allende, S; Fernández, M. 1993. Estimación de la razón instantánea de crecimiento: un nuevo análisis para un viejo problema. *Agrociencia. Serie Matemáticas Aplicadas, Estadística y Computación* 2(4):129-142.
- Castagnoli, M; Falchini, L. 1993. Suitability of *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) (Acari: Tarsonemidae) as prey for *Amblyseius californicus* (McGregor) (Acari: Phytoseiidae). *Redia* 76(2):273-279.
- Escudero, A; Ferragut, FJ. 1996. Comportamiento de especies de *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot y *Neoseiulus californicus* (McGregor) (Acari: Phytoseiidae) ante diferentes densidades de presa. *Boletín de Sanidad Vegetal Plagas* 22:115-124.
- Galazzi, D; Nicoli, G. 1996. Comparative study of strains of *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot (Acarina: Phytoseiidae). II. Influence of mass-rearing on population growth. *Boll. Ist. Entomol. "G. Grandi" Univ. Bologna* 50:243-252.
- Gilkeson, LA. 1992. Mass rearing of phytoseiid mites for testing and commercial application. In Anderson, T E; Leppla, NC. eds. *Advances in insect rearing for research and pest management*. Boulder, Colorado, Westview Press. p. 489-506.
- Kamburov, SS. 1971. Feeding, development, and reproduction of *Amblyseius largoensis* on various foods substances. *Journal of Economic Entomology* 64(3):643-648.
- Kostiainen, T; Hoy, MA. 1994. Eggs-harvesting allows large scale rearing of *Amblyseius finlandicus* (Acari: Phytoseiidae) in the laboratory. *Experimental & Applied Acarology* 18:155-165.
- Lo, KC; Lee, WT; Wu, TK; Ho, CC. 1992. Use of predators to control spider mites (Acarina: Tetranychidae) in the Republic of China on Taiwan. *International Seminar on the use of parasitoids and predator to control agricultural pests. Proceedings*. p. 166-178. (FFTC Book Series no. 40).
- Martínez, Z; Espinosa, JC; Turino, H. 1994. Método de cría de *Phytoseiulus macropilis* (Banks) y *Amblyseius limonicus* (Garman y McGregor). *Actividad biológica de A. limonicus en condiciones de campo*. Simposio de Zoología (3, 1994, La Habana, CU). Resúmenes. p. 34.
- McMurtry, JA; Scriven, GT. 1966. Life-history studies of *Amblyseius limonicus*, with comparative observations on *Amblyseius hibisci* (Acarina: Phytoseiidae). *Annals of the Entomological Society of America* 58:106-111.
- _____; Rodriguez, JG. 1987. Nutritional ecology of phytoseiid mites. In Slansky, FJR; Rodriguez, JG. eds. *Nutritional ecology of insects, mites, spiders and related invertebrates*. New York, US, Wiley. p. 609-644.
- _____. 1992. Dynamics and potential impact of generalist phytoseiids in agroecosystems and possibilities for establishment of exotic species. *Experimental & Applied Acarology* 14:371-382.
- _____; Croft, BA. 1997. Life-Styles of phytoseiid mites and their roles in biological control. *Annual Review of Entomology* 42:291-321.
- Mégevand, B; Klay, A; Gnanvossou, D; Paraiso, G. 1993. Maintenance and mass rearing of phytoseiid predators of the cassava green mite. *Experimental & Applied Acarology* 17:115-128.
- Mesa, NC; Lenis, JL; Brauw, AR; Duque, MC. 1993. Desarrollo de metodologías para la cría masiva de *Typhlodromalus tenuiscutus* McMurtry y Moraes (Acari: Phytoseiidae) en yuca. *Revista Colombiana de Entomología* 19(2):41-50.
- Nomikuo, M; Janssen, A; Schraag, R; Sabelis, MW. 2002. Phytoseiid predators suppress populations of *Bemisia tabaci* on cucumber plants with alternative food. *Experimental & Applied Acarology* 27:57-68.
- Overmeer, WPJ. 1985a. Rearing and handling. In *Spider Mites: Their biology, natural enemies and control* Helle, W; Sabelis, MW. (Eds). Elsevier, Amsterdam. Vol. 1B, Cap. 2.1.4.1:161-170.
- _____. 1985b. Alternative prey and other food resources. In Helle, W; Sabelis, MW. eds. *Spider Mites: Their biology, natural enemies and control*. v. 1B. Amsterdam, Elsevier. p. 131-140.
- Ravinovich, JE. 1976. *Introducción a la Ecología de Poblaciones Animales*. 2 ed. México, Continental. 313 p.
- Ramakers, PMJ; Lieburg, MJ. 1982. Start of commercial production and introduction of *Amblyseius mckenziei* Sch. and PR. (Acarina: Phytoseiidae) for the control of *Thrips tabaci* Lind. (Thysanoptera: Thripidae) in glasshouses. *Med. Fac. Landbouww. Rijksuniv. Gent*. 47(2):540-545.
- _____. 1983. Mass production and introduction of *Amblyseius mckenziei* and *Amblyseius cucumeris*. *OILB SROP/WPRS Bulletin* 6(3):203-210.
- Ramos, M. 1997. Desarrollo de métodos de cría de *Phytoseiulus macropilis* (Banks) (Acarina: Phytoseiidae). *Revista de Protección Vegetal* 12(1):1-5.
- Reis, PR; Alves, EB. 1997. Criaco do ácaro predador *Iphiseiodes zuluagai* Denmark y Muma (Acari: Phytoseiidae) em laboratorio. *Anais da Sociedade Entomologica de Brasil* 26(3):565-568.
- Rijn, PCL van; Houten, YM van.; Sabelis, MW. 2002. How plants benefit from providing food to predators even when it is also edible to herbivores. *Ecology* 88:2669-2679.
- Rodríguez-Reina, JM; García-Marí, F; Ferragut, F. 1992. Actividad depredadora de varios ácaros fitoseidos sobre distintos estados de desarrollo del trips de las flores *Frankliniella occidentalis* (Pergande). *Boletín de Sanidad Vegetal. Plagas* 18:253-263.
- Rodríguez, H; Ramos, M. Biology and feeding behavior of *Amblyseius largoensis* (Muma) (Acari: Phytoseiidae) on *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) (Acari: Tarsonemidae). *Revista Protección Vegetal* (en prensa).
- Sabelis, MW. 1985. Capacity for population increase. In Helle, W; Sabelis, MW. Eds. *Spider Mites: Their biology natural enemies and control*. Amsterdam, Elsevier. v. 1B. p. 35-42.
- Sandness, JN; McMurtry, JA. 1970. Functional response of three species of Phytoseiidae (Acarina) to prey density. *The Canadian Entomologist* 102:692-704.
- Vera, G. 1990. Técnicas demográficas. In Vera, G. ed. *Temas selectos sobre ecología de poblaciones*. México, Universidad de Chapingo. p. 61-99.
- Yue, G; Tsai, JH. 1996. Development, survivorship, and reproduction of *Amblyseius largoensis* (Acari: Phytoseiidae) on selected plant pollens and temperature. *Environmental Entomology* 25(2):488-494.

Entomofauna asociada a maíz de temporal con diferentes manejos de malezas en Chiapas, México

Marisa Silva Aparicio¹
Adriana E. Castro-Ramírez¹
Jorge L. León Cortés¹
Mario Ishiki Ishihara¹

RESUMEN. Se estudiaron los cambios en la riqueza y abundancia relativa de distintos grupos de insectos asociados al cultivo de maíz, con tres manejos diferentes de arvenses o malezas, durante el ciclo agrícola 2002, en dos parcelas de la comunidad de Yalumá Villahermosa, Chiapas. Los tratamientos establecidos fueron: maíz sin arvenses, con tres deshierbas con herbicidas; maíz con arvenses, con una deshierba con herbicidas, y maíz con dos especies de malezas melíferas, con deshierbas selectivas. Se recolectaron insectos y arvenses de junio a septiembre. Se obtuvieron 28 especies de plantas, 10934 insectos y arañas de 101 familias y 255 morfoespecies, las cuales se agruparon según sus hábitos alimentarios en fitófagos, depredadores, polinizadores, parasitoides y degradadores. La diversidad de insectos y arañas fue mayor en los tratamientos con malezas y con malezas melíferas, los mismos tratamientos donde abundaron los depredadores. Los fitófagos fueron los más abundantes en todos los tratamientos en ambas parcelas. La presencia de arvenses influyó en la riqueza y abundancia de insectos y depredadores presentes en el cultivo de maíz.

Palabras clave: Arañas, diversidad, fitófagos, herbicidas, arvenses.

ABSTRACT. *Insects associated to maize under different weed management regimes in Chiapas, Mexico.* Changes in species variety and relative abundance of insect groups associated with maize were studied in relation to three different weed management regimes during the agricultural cycle of 2002 in Yaluma, Villahermosa, Chiapas. Three contrasting weed management regimes were included: a maize monoculture, where weeds were eliminated by applying herbicides three times during the cropping cycle, maize associated with volunteer weeds and subject to a simple herbicide application, and maize in association with two meliphorous weed species that underwent selective weeding. The experiment was established in a completely randomized design with three replications. Insects and weeds were collected monthly between June and September. Twenty-eight weed species, and 10934 species of insects and spiders belonging to 101 families and 255 species were collected. The insects were grouped, according to their feeding habits, in phytophagous, predators, pollinators, parasites and decomposers. Insect and spider diversity was higher when the maize was associated with weeds and meliphorous plants where predators were abundant. The phytophagous insects were the most abundant group across all weed management treatments. The presence of weeds influenced the variety and abundance of insects and predators present in maize.

Key words: Spiders, diversity, phytophagous insects, herbicides.

Introducción

En muchas regiones de México, la eliminación de las arvenses se realiza mediante el uso de herbicidas. En Los Altos de Chiapas, estos productos se utilizan ampliamente, de tal forma que se han vuelto indispensables, llevando a la simplificación de los sistemas agrí-

colas tradicionales (Castro-Ramírez y Silva 2002), creando hábitats específicos que favorecen la selección de las malezas, competitivas y oportunistas (Altieri 1988). El manejo de las arvenses en muchas regiones del país todavía se lleva a cabo de forma

¹ El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR). Carretera Panamericana y Periférico Sur S/n. María Auxiliadora, San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, CP 29290, México. Tel. (967) 6781883 ext 9413. Fax (967) 6782322. magdasilva82@hotmail.com

tradicional, ya que para disminuir la competencia solo se extrae parte de la comunidad de arvenses, utilizando algunas de estas plantas con fines alimenticios, ornamentales, medicinales, etc. Este tipo de manejo, además de ayudar a mantener la diversidad del sistema, disminuye la aplicación de insumos (Martínez *et al.* 1994, Altieri 1999).

Si bien es cierto que algunas arvenses interfieren en la producción agrícola, también representan un componente importante de los agroecosistemas, pues forman parte de la red trófica (Altieri 1988 y 1999). La malezas o arvenses interactúan ecológicamente con todos los subsistemas de un agroecosistema, y constituyen un elemento valioso en el control de la erosión, mantenimiento de la humedad, incremento de la materia orgánica y nitrógeno en el suelo, y la preservación de los insectos benéficos y la vida silvestre (Altieri 1988). Algunas malezas afectan positivamente la dinámica y la biología de los insectos benéficos, porque representan una fuente alternativa de néctar, polen y refugio, lo que raramente se encuentra disponible en los monocultivos sin malezas (Altieri 1999).

El maíz es el cultivo más importante de México (Chávez y Nava 1996). Se ha sembrado desde hace mucho tiempo, mejorándose año con año, con el empleo de diversas técnicas adaptadas a las condiciones y costumbres de cada lugar. En numerosas comunidades rurales de México, las labores agrícolas tradicionales que han contribuido a mantener la diversidad del agroecosistema han sido paulatinamente sustituidas por otras, convencionales o modernas, que ocupan menor tiempo y esfuerzo.

En particular, este trabajo trata de responder a la pregunta de si el manejo de las arvenses permite mantener la riqueza de especies y tipos de insectos en parcelas agrícolas de uso intensivo. Para ello, se investigaron los efectos, en la riqueza y abundancia de grupos de insectos, de tres manejos de arvenses en dos parcelas productoras de maíz con diferente historial de manejo agrícola (uso de herbicidas, fertilizantes, insecticidas), en la comunidad de Yalumá Villahermosa, Chiapas.

Materiales y métodos

El trabajo se llevó a cabo durante el ciclo agrícola 2002 (mayo-septiembre), en dos parcelas sembradas con maíz, en Yalumá Villahermosa, municipio de Comitán de Domínguez, Chiapas. El sitio de estudio (en adelante referido como Yalumá), se ubica en las coor-

denadas 16°20'N y 92° 05'O, a 1730 m de altitud. El clima es semicálido húmedo, con una temperatura media anual de 18,5°C; el período de lluvias comprende los meses de mayo a octubre, con precipitación media anual de 1072 mm (Ramírez *et al.* 1981).

Actualmente, en Yalumá se combinan elementos tradicionales (uso de la macana en la siembra, animales de tracción en el surcado o rayado, etc.) y modernos (uso de productos agroquímicos en la deshierba y fertilización) en la producción de maíz (variedad 'criollo comiteco amarillo') en monocultivo, principalmente.

Se evaluaron tres tratamientos en una parcela de 6600 m²: 1) maíz sin arvenses durante todo el ciclo agrícola (control, corresponde al manejo actual en el lugar); 2) maíz con arvenses que se establecen de forma espontánea, con una deshierba para evitar la competencia durante las primeras etapas de desarrollo del cultivo, y 3) maíz con las arvenses melíferas *Tithonia tubaeformis* (Jacq.) Cass. y *Bidens odorata* Cav., con tres deshierbas selectivas. Todas las deshierbas se realizaron con herbicidas químicos, porque los productores están acostumbrados a usarlos y demuestran un rechazo a realizar las limpiezas de forma manual. En el último tratamiento, *B. odorata* y *T. tubaeformis* fueron sugeridas por los productores por ser melíferas, ya que en el lugar no se tiene la tradición de usar las arvenses para ningún propósito, e interesaba conocer el efecto de estas sobre los insectos y arañas benéficos que puedan albergar. Debido a que la escala espacial (<1 ha) pudo haber enmascarado la discriminación por el uso de los recursos (arvenses) por parte de los insectos en los distintos tratamientos, se repitió el mismo diseño en una parcela adicional. La calibración de los patrones de uso de los insectos en ambas parcelas (sitios) permitió validar el diseño y, en general, suponer que la percepción de los insectos se ve afectada por el arreglo espacial de los tratamientos.

En cada sitio se limitaron nueve áreas de 304 m² (8 x 38 m), en las que se establecieron los tres tratamientos, con tres repeticiones, empleando un diseño completamente al azar (Reyes 1980, Cochran 1998). El tratamiento sin arvenses se consideró como el control, ya que es la forma convencional de manejo de arvenses en la comunidad. Se dejó un área de 6 m de borde entre los distintos tratamientos.

En cuanto al historial de los sitios, la parcela I se ha sembrado desde hace más de 20 años con maíz en monocultivo y, ocasionalmente, con monocultivo de frijol o con ambos en asociación. Cada año se fumiga,

en dos o tres ocasiones, con paraquat y ácido 2,4-D. Durante los últimos cinco años, se ha aplicado atrazina para el control de malezas antes de la siembra, así como carbofurán y otros insecticidas, como metamidofós y lambda cyhalotrina, para controlar las poblaciones de *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). La parcela II también ha sido sembrada desde hace 20 años, en los últimos cinco con maíz en monocultivo. Se fumiga dos o tres veces al año con herbicidas químicos como paraquat y ácido 2,4-D, y se le ha aplicado el insecticida lambda cyhalotrina para combatir el "gusano cogollero" *S. frugiperda*.

Ambas parcelas se sembraron el 28 de mayo del 2002. Para eliminar las malezas, se realizaron tres aplicaciones de una mezcla de 2,4-D (1 kg/ha) más paraquat (1 kg/ha) en un tanque, el 31 de mayo, 2 de julio y 8 de agosto. La fertilización se realizó de forma manual; la primera con fosfato diamónico (100 kg/ha), el 8 de julio (41 días después de la siembra), y la segunda con una mezcla de fosfato diamónico (50 kg/ha) y sulfato de amonio (50 kg/ha), el 13 de agosto.

En cada parcela de los tratamientos con malezas y arvenses melíferas, a lo largo de transectos de 38 m x 80 cm, se delimitaron de forma aleatoria cuatro rectángulos de 100 cm x 80 cm (ancho del surco), para registrar las especies de arvenses y sus densidades. Los muestreos se efectuaron a los 45, 75 y 105 días después de la siembra. Las plantas se recolectaron y herborizaron de acuerdo con el método propuesto por Lot y Chiang (1986). Los ejemplares se determinaron empleando bibliografía especializada y se depositaron en el herbario de El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR-San Cristóbal de Las Casas).

La recolección de insectos y arañas se llevó a cabo en cada parcela en plantas de maíz y arvenses, a lo largo de transectos designados de forma aleatoria de 38 m de largo por 80 cm de ancho. Las cuatro fechas de recolección incluyeron la mayor parte de las fases fenológicas del maíz: 15 días (plántula), 45 días (juvenil), 75 días (adulto), y 105 días después de la siembra (CATIE 1990). Durante la primera y segunda fecha se emplearon redes; sábanas entomológicas de golpeo en la tercera; y bolsas de plástico en la cuarta recolección.

La recolección de insectos y arañas en cada sitio fue simultánea, entre las 9:00 y las 16:00 h; el orden de muestreo de las parcelas se designó de forma aleatoria. Los organismos se fijaron en alcohol al 70% y se trasladaron al laboratorio de bioensayos de ECOSUR para su separación por morfoespecie e identificación

hasta el nivel de orden o familia, empleando las claves taxonómicas de Borror y White (1970), King y Saunders (1984), Morón y Terrón (1988), Borror *et al.* (1989), Andrews y Caballero (1995), Cruz-López *et al.* (1999), Castner (2000) y Nicholls *et al.* (2000). Los ejemplares se depositaron en la Colección Entomológica de El Colegio de la Frontera Sur (ECOSC-E) y en la colección de referencia del proyecto Diversidad en Sistemas de Cultivo, ECOSUR-San Cristóbal de Las Casas. Se documentó el hábito alimenticio de los diferentes insectos para agruparlos en las siguientes designaciones: fitófagos, depredadores, degradadores, parasitoides, polinizadores y desconocidos (incluye los ejemplares que no se identificaron en alguno de los grupos anteriores).

Para cada tratamiento, se determinó la riqueza de especies (S), la diversidad (Shannon-Wiener) y la acumulación de especies (Galindo-Leal *s.f.*, Magurran 1988, Moreno 2001), mediante el uso del programa Estimates, versión 6.0. Se efectuaron análisis de varianza para observar diferencias entre las abundancias de morfoespecies y gremios entre tratamientos para ambas parcelas. Previo al análisis, los datos de abundancia se normalizaron mediante una transformación logarítmica (\log^{10}) (SPSS versión 9.0[®]).

Resultados y discusión

Se registraron 28 especies de arvenses, pertenecientes a 15 familias botánicas. Las familias mejor representadas fueron Poaceae, Asteraceae, Fabaceae, Lamiaceae y Rubiaceae (Recuadro 1). Las especies más abundantes fueron *T. tubaeformis*, *Borreria laevis* (Lam.) Griseb., *Dyssodia tagetiflora* Lag., *Salvia hispanica* L., *Hemidiodia ocimifolia* (Willd.) Schum., *Oplismenus hirtellus* (L.) Beauv., *B. odorata* y *Paspalum* sp.

En la parcela I se recolectaron 16 especies, siendo *B. laevis* la más abundante, con densidades promedio por fecha de recolecta de 40 individuos/m², seguida de *H. ocimifolia* (29 individuos/m²), y *T. tubaeformis* (17 individuos/m²). En la parcela II se recolectaron 23 especies de arvenses, siendo *T. tubaeformis* la más abundante, con un promedio de 63 individuos/m², seguida de *D. tagetiflora* (48 individuos/m²) y *O. hirtellus* (26 individuos/m²) (Fig. 1).

Urzúa (1991), Espinoza y Sarukhán (1997) y Gordillo (1997) sugieren que el manejo de cada sitio es uno de los factores que influyen en la composición de especies de arvenses; esto explica las diferencias pre-

sentadas entre las parcelas en estudio, a pesar de situarse en una misma localidad. Por otro lado, ambas parcelas comparten parte de las especies de arvenses (p. ej. *T. tubaeformis* y *B. odorata*), ampliamente distribuidas y capaces de escapar al combate empleado.

Se recolectó un total de 10934 insectos, pertenecientes a 12 órdenes, 101 familias y 255 morfoespecies (Cuadro 1). El incremento en la abundancia de insectos y arañas (Fig. 2) se relaciona con el desarrollo fenológico del maíz y las arvenses. Liis *et al.* (1986) encontraron una situación semejante en el cultivo de soya, indicando que al llegar el cultivo a la senectud, el número de insectos decrece bruscamente; probablemente debido al incremento de alimento y refugio que el cultivo y las arvenses proporcionan a estos organismos (Power y Kareiva 1990). En la parcela I se recolectaron 7222 individuos, distribuidos en 181 morfoespecies (69% del total de insectos recolectados). En la parcela II se recolectaron 3712 individuos (31%), correspondientes a 194 morfoespecies.

Las familias y morfoespecies de insectos más

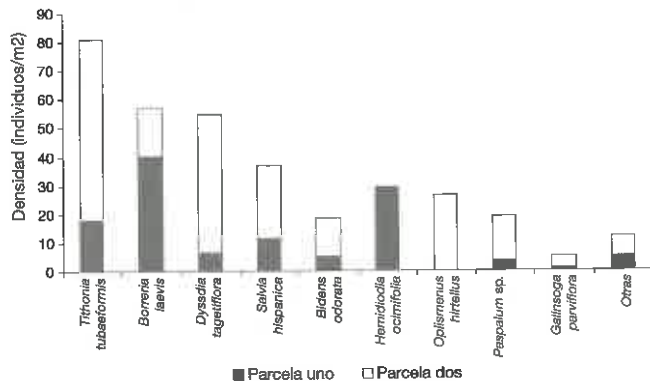


Figura 1. Densidad de arvenses por parcela, en el tratamiento con arvenses, en Yalumá, Chiapas (2002).

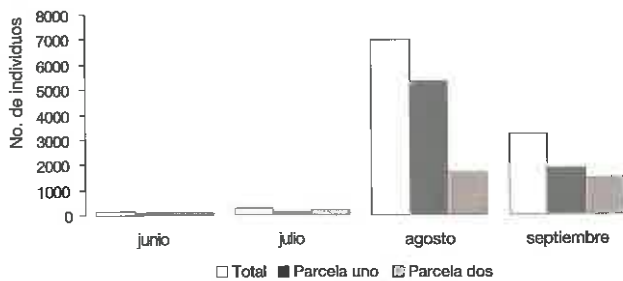


Figura 2. Número de individuos de insectos y arañas en maíz y arvenses, por parcela y fecha de recolecta, en Yalumá, Chiapas (2002).

Cuadro 1. Número total de familias, morfoespecies e individuos por orden taxonómico, recolectados en maíz y arvenses en Yalumá, Chiapas (2002).

Orden	Familias	Morfoespecies	Individuos
Coleoptera	25	79	7172
Homoptera	7	15	1554
Dermaptera	1	1	993
Hymenoptera	15	32	348
Hemiptera	14	45	266
Diptera	23	40	170
Orthoptera	2	5	151
Lepidoptera	2	4	10
Psocoptera	1	1	2
Plecoptera	1	1	2
Blattaria	1	1	1
Araneae	9	31	265
Total	101	255	10934

abundantes en ambas parcelas, de las familias Curculionidae y Chrysomelidae (Recuadro 2), incluidas como fitófagas (Borrer *et al.* 1989), no son consideradas plagas por los campesinos de Yalumá; sin embargo, las abundancias presentadas y las observaciones de los productores de la comunidad sugieren que sus poblaciones han cambiado conforme el sistema productivo se ha simplificado, incrementando la posibilidad de que estos organismos se conviertan en plagas.

Se observaron diferencias significativas entre tratamientos para el número de familias y morfoespecies en la parcela I ($F_8=9,951, P=0,12; F_8=14,46, P=0,05$). Sin embargo, no se detectan diferencias significativas para la abundancia de insectos y arañas en esa parcela ($F_8=0,042, P=0,959$) y para la abundancia, número de familias y morfoespecies en la parcela II ($F_8=0,415, P=0,023; F_8=2,39, P=0,117; F_8=2,18, P=0,194$). Debido a que se detectaron diferencias significativas entre tratamientos (familias y morfoespecies) al interior de la parcela I, no se efectuó una comparación estadística entre parcelas (Cuadro 2, Fig. 3).

La riqueza de familias, morfoespecies y diversidad fue mayor en los tratamientos con arvenses y con arvenses melíferas, coincidiendo con lo encontrado en diversos trabajos que señalan que la diversidad dentro de un cultivo disminuye conforme se simplifica el sistema agrícola (Vandermeer y Perfecto 1995). Al eliminar las arvenses del cultivo de maíz (tratamiento sin arvenses), la estructura del hábitat se simplifica y, como señala Altieri (1999), conduce a la pérdida del microhábitat y los recursos alimenticios de la entomofauna. Lo anterior también se observa en la acumulación y abundancia de especies de insectos y arañas, mayor en el tratamiento con arvenses y menor en el tratamiento sin arvenses

Cuadro 2. Número de familias, morfoespecies e individuos de insectos y arañas, por tratamiento y parcela, recolectados en maíz y arvenses en Yalumá, Chiapas (2002).

Tratamiento		Familias	Morfoespecies	Individuos
Parcela I	Control (sin arvenses)	40 a	61 a	2493
	Con arvenses	63 b	141 b	1580
	Con arvenses melíferas	62 b	119 b	3149
Parcela II	Control (sin arvenses)	29	65	818
	Con arvenses	49	114	1326
	Con arvenses melíferas	44	86	1130

Cifras seguidas por la misma letra no son estadísticamente diferentes.

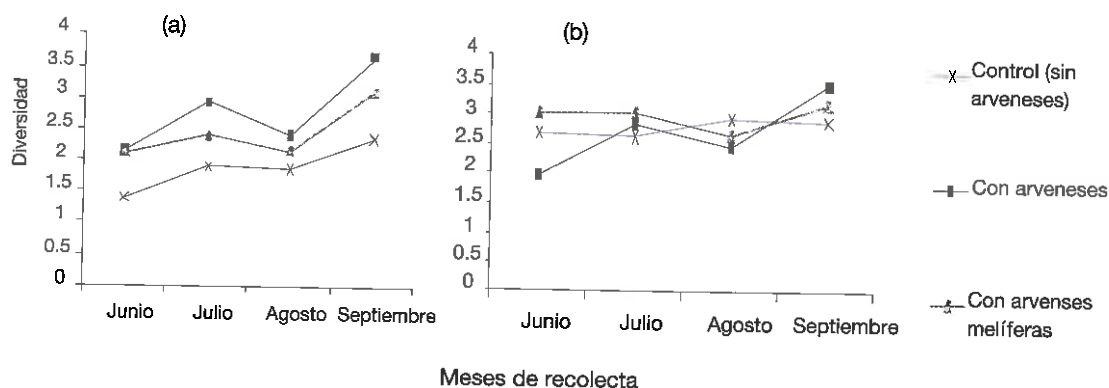


Figura 3. Diversidad de insectos y arañas (Shannon-Wiener) por tratamiento en las parcelas I (a) y II (b) durante los meses de recolecta en Yalumá, Chiapas (2002).

de ambas parcelas (Fig. 4), indicando que los tratamientos con mayor diversificación vegetal, en este caso los tratamientos con arvenses y estructura más compleja, proporcionan condiciones favorables para albergar un mayor número de insectos y arañas (Nicholls y Altieri 2001). Al eliminar dichas plantas del cultivo (tratamiento sin arvenses), disminuye el número de especies de insectos y arañas, modificando la composición dentro del agroecosistema y la red trófica, aumentando las posibilidades de que algunas especies oportunistas se conviertan en plagas.

En cuanto a los grupos tróficos, los fitófagos constituyeron el grupo con mayor número de individuos en ambas parcelas ($N=8128$), seguido por los degradadores ($N=1940$), depredadores ($N=667$), parasitoides ($N=169$) y polinizadores ($N=8$).

En la parcela I, se recolectó un total de 5967 individuos del grupo de los fitófagos, 1245 degradadores, 342 depredadores, 124 parasitoides y dos polinizadores. En la parcela II, se recolectaron 2161 fitófagos, 705 degradadores, 325 depredadores, 45 parasitoides, y seis polinizadores. La abundancia de algunas especies de insectos fitófagos fue muy alta en ambas parcelas, aunque en la parcela I fue mayor; esta y las demás di-

ferencias entre los grupos de insectos probablemente se deben al historial distinto en el manejo del cultivo en ambas parcelas y, aunque en las dos el manejo ha sido intensificado, existen diferencias en el uso de ciertos agroquímicos como la atrazina, de mayor agresividad (Cortina 1998), y la extracción del rastrojo de las parcelas, que no fue cuantificada en este estudio.

Los depredadores fueron más abundantes en el tratamiento con arvenses de ambas parcelas (parcela I: $F_8=7,11$, $P=0,026$; parcela II: $F_8=6,70$, $P=0,030$). Los parasitoides no presentaron diferencias significativas entre los tratamientos en la parcela I ($F_8=0,061$, $P=0,942$), pero si en la II ($F_8=10,500$, $P=0,011$). Los fitófagos no presentaron diferencias entre los tratamientos de ambas parcelas (parcela I: $F_8=0,954$, $P=0,437$; parcela II: $F_8=1,250$, $P=0,35$) (Fig. 5), lo mismo que los degradadores y polinizadores (degradadores, parcela I: $F_8=0,60$, $P=0,42$; parcela II: $F_8=2,71$, $P=0,41$; polinizadores, parcela I: $F_8=1,00$, $P=0,42$; parcela II: $F_8=1,00$, $P=0,42$) (Fig. 5).

La distribución, densidad y dispersión de los enemigos naturales en los cultivos varía mucho. La evidencia señala que ciertos atributos estructurales del agroecosistema, como la diversidad vegetal y los nive-

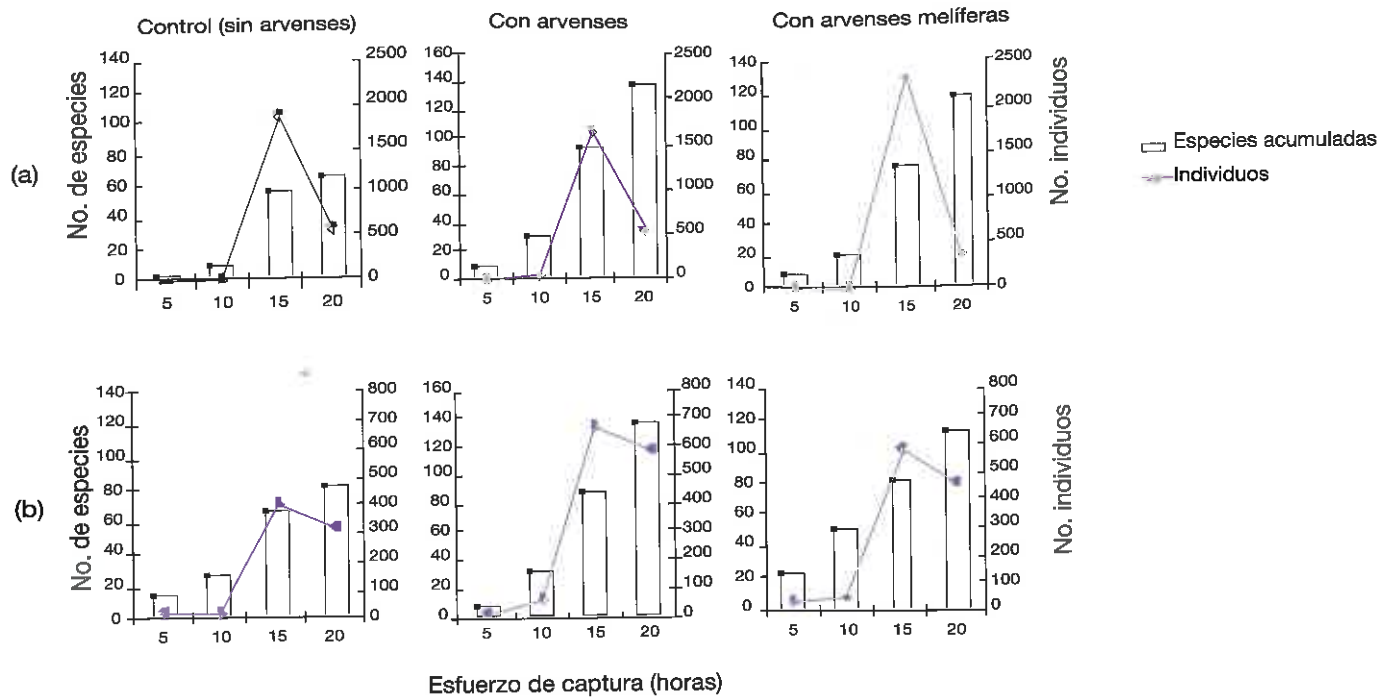


Figura 4. Número de individuos y especies acumuladas de insectos y arañas, por parcela y tratamiento, recolectados en Yalumá, Chiapas (2002). (a) Parcela I, (b) parcela II.

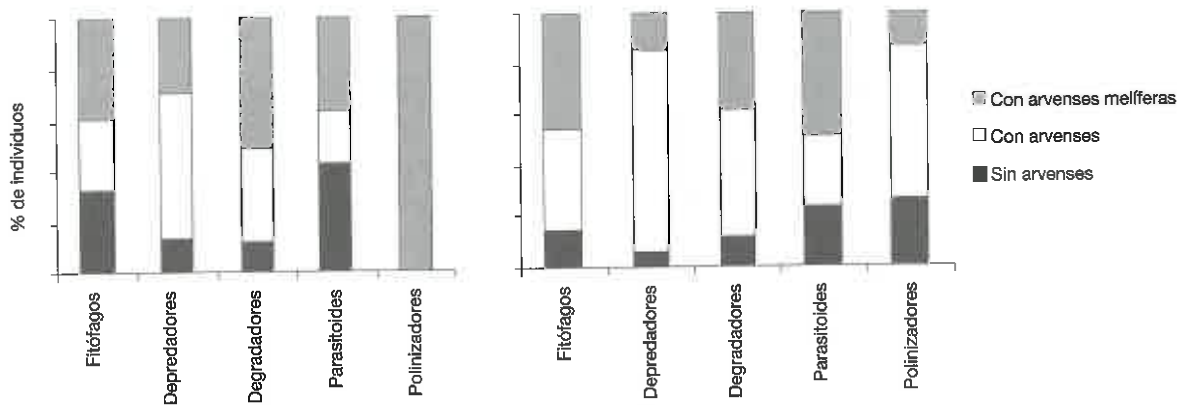


Figura 5. Porcentaje de insectos y arañas por gremios y tratamientos, recolectados en dos parcelas de Yalumá, Chiapas (2002). (a) Parcela I, (b) parcela II.

les de insumos, influyen significativamente en la dinámica y la diversidad de depredadores y parasitoides (Nicholls y Altieri 2002). Esto es consistente con lo reportado en este trabajo, donde los tratamientos con arvenses de ambas parcelas contaron con la mayor abundancia de depredadores.

El cambio en la dinámica del campo mexicano en las dos últimas décadas ha traído como consecuencia que los campesinos busquen otras alternativas para obtener mayores ingresos económicos; así, las tareas

agrícolas tienden a ser más rápidas y “eficientes” (Castro-Ramírez *et al.* 1998). Yalumá no es la excepción, ya que en esta comunidad las prácticas agrícolas, como el aporque y la deshierba, han sido sustituidas por el uso de agroquímicos (Sánchez-Gómez 2002). Tal situación ha generado que gran parte de los productores de numerosas comunidades del sur de México se desplace a sitios urbanos para ofrecer sus servicios como jornaleros. Las prácticas agrícolas tradicionales han sido sustituidas por otras convencio-

nales, como el uso de herbicidas, que requieren de menor tiempo y esfuerzo (Castro-Ramírez y Silva 2002).

Vandermeer y Perfecto (1995) señalan que la intensificación en las prácticas agrícolas conduce a la simplificación de los sistemas agrícolas y a la pérdida de diversidad de insectos. En los sitios estudiados, el cultivo de maíz en su forma convencional (sin arveneses) parece estar generando esta pérdida de especies de insectos. Los resultados de este trabajo ilustran cómo la intensificación afecta la diversidad de la entomofauna en los sistemas agrícolas, de tal forma que el manejo de las arvenses puede ser un elemento importante para conservar la riqueza de especies de insectos y arañas en estos sistemas. Al respecto, los patrones de riqueza, abundancia, y proporción de grupos de insectos con distintos hábitos alimenticios parecen ser consistentes entre las parcelas estudiadas. Si bien existen diferencias intrínsecas entre las parcelas elegidas (historia del manejo, aplicación de distintas proporciones de agroquímicos), el resultado cualitativo mostrado en este trabajo es robusto y sugiere que la escala a la cual los insectos discriminan los tratamientos es la adecuada.

Se recomienda llevar a cabo estudios específicos de las especies de insectos y arañas con mayor abundancia registrada en este trabajo, así como medir las poblaciones de enemigos naturales, e investigar las interacciones entre grupos y su posible efecto en el cultivo. Además, se deben realizar estimaciones del rendimiento del cultivo con diferentes arreglos de arvenses, tanto espacial como temporalmente, para poder generar una propuesta de manejo adecuada, que beneficie al productor, al mismo tiempo que reduzca el uso de insumos herbicidas y permita la conservación de la biodiversidad.

Agradecimientos

Los autores agradecen al Consejo Nacional de la Ciencia y Tecnología (CONACYT-México), por la beca-crédito otorgada a la coautora principal para la realización de este trabajo; a la línea de investigación Diversidad de Sistemas de Cultivo de El Colegio de la Frontera Sur; al Programa de Apoyo a Tesis de Maestría (PATM), por la aportación de recursos económicos para cubrir los gastos del trabajo de campo; a Miguel Pinkus, por la determinación de los ejemplares del orden Aranae; a los integrantes del Laboratorio de Bioensayos de El Colegio de la Frontera Sur, por su apoyo en el trabajo de campo y de laboratorio; a Lorena Soto Pinto, Neptalí Ramírez Marcial y los revisores anónimos de la revista por los comentarios hechos a este manuscrito.

Recuadro 1. Número total de individuos de arvenses, por parcela, recolectados en parcelas con maíz en Yalumá, Chiapas (2002).

Familia	Especie	Parcela I	Parcela II	Total
Dicotiledóneas				
Amaranthaceae	<i>Amaranthus hybridus</i> L.	4	0	4
Asteraceae	<i>Bidens odorata</i> Cav.	101	290	391
	<i>Conyza bonariensis</i> (L.) Cron.	0	1	1
	<i>Dyssodia tagetiflora</i> Lag.	133	1018	1151
	<i>Galinsoga parviflora</i> Cav.	17	92	109
	<i>Heterosperma pinnatum</i> Cav.	38	1	39
	<i>Tithonia tubaeformis</i> (Jacq.) Cass.	375	1336	1711
Campanulaceae	<i>Diastatea micrantha</i> (HBK.) McVaugh	0	4	4
Chenopodiaceae	<i>Chenopodium</i> sp.	2	0	2
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia graminea</i> Jacq.	0	1	1
Fabaceae	<i>Crotalaria pumila</i> Ort.	0	10	10
	<i>Dalea foliolosa</i> (Ait.) Barneby	0	9	9
	<i>Desmodium</i> sp.	0	1	1
Lamiaceae	<i>Salvia hispanica</i> L.	244	533	777
	<i>S. tiliifolia</i> Vahl	0	1	1
Malvaceae	<i>Sida acuta</i> Burm.	0	1	1
Oxalidaceae	<i>Oxalis</i> sp.	22	0	22
Rubiaceae	<i>Borreria laevis</i> (Lam.) Griseb.	847	364	1211
	<i>Hemidiodia ocimifolia</i> (Willd.) Schum.	621	0	621
Verbenaceae	<i>Lantana camara</i> L.	0	1	1
Monocotiledóneas				
Commelinaceae	<i>Commelina</i> sp.	1	2	3
Cyperaceae	<i>Cyperus</i> sp.	0	8	8
Poaceae	<i>Chloris virgata</i> Sw.	0	30	38
	<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	0	4	4
	<i>Digitaria</i> aff. <i>multiflora</i> Swallen	1	66	67
	<i>Eragrostis lugens</i> Ness	41	29	70
	<i>Oplismenus hirtellus</i> (L.) Beauv	5	549	554
	<i>Paspalum</i> sp.	70	328	398

Recuadro 2. Número de morfoespecies e individuos de insectos y arañas, recolectados en maíz y arvenses en Yalumá, Chiapas (2002).

Orden	Familia	Morfo-especies	Individuos	Orden	Familia	Morfo-especies	Individuos	
Araneae	Anypaenidae	1	2	Coleoptera	Coccinellidae	0 8	68	
	Araneidae	28	70		Chrysomelidae	13	2623	
	Clubionidae	1	18		Curculionidae	13	3424	
	Lycosidae	2	2		Desconocido	1	1	
	Oxyopidae1	1	1		Desconocida2	1	6	
	Salticidae	3	49		Elateridae	2	207	
	Tetragnathidae	1	36		Endomychidae	1	5	
	Theridiidae	2	21		Histeridae	3	3	
Thomisidae	2	76	Languriidae		1	2		
Blattaria	Blattellidae	1	1		Lampyridae	1	1	
Coleoptera	Anthicidae	1	52		Lycidae	1	1	
	Bostrichidae	1	259		Mordellidae	2	14	
	Bruchidae	5	7		Nitidulidae	1	7	
	Buprestidae	1	2		Phalacridae	1	3	
	Carabidae	4	7		Ptilodactylidae	1	1	
	Cleridae	1	3		Rhysodidae	1	1	
Coleoptera	Tenebrionidae	2	120		Diptera	Sphindidae	1	1
	Dermaptera	Forficulidae	1			993	Staphylinidae	9
Diptera	Agromyzidae	1	15	Simuliidae		1	6	
	Bibionidae	1	2	Syrphidae	2	9		
	Cecidomyiidae	2	17	Tephritidae	2	28		
	Culicidae	4	14	Hemiptera	Alydidae	2	13	
	Chamaemyiidae	2	9		Anthocoridae	1	22	
	Chloropidae	3	12		Coreidae	3	7	
	Desconocida3	2	3		Cydnidae	2	55	
	Dolichopodidae	2	5		Lygaeidae	6	12	
	Empididae	2	14		Miridae	5	50	
	Heleomyzidae	1	1		Nabidae	10	60	
	Lauxaniidae	1	2		Pentatomidae	5	21	
	Muscidae	1	1		Reduviidae	2	2	
	Phoridae	3	15		Saldidae	2	4	
	Rhagionidae	1	1	Tingidae	2	13		
Sciaridae	2	5	Homoptera	Aphididae	2	1427		
Scyomizidae	1	2		Cercopidae	2	10		
Homoptera	Delphacidae	1		1	Cicadellidae	5	112	
	Membracidae	1	1	Halictidae	1	1		
Hymenoptera	Apoidea	1	1	Ichneumonidae	4	75		
	Braconidae	4	5	Perilampidae	2	19		
	Cynipidae	1	13	Sphecidae	3	14		
	Chalcidoidea	2	4	Vespidae	1	10		
	Desconocida	1	6	Lepidoptera	Arctiidae	4	7	
	Diapriidae	1	2		Gelechiidae	1	2	
	Eulophidae	4	89	Orthoptera	Acrididae	4	146	
	Formicidae	9	107	Gryllidae	1	5		
	Plecoptera	Psocoptera			Desconocida	1	1	
Elipsocidae					2	2		

Literatura citada

- Altieri, MA. 1999. The ecological role of biodiversity in agroecosystems. *Agriculture, Ecosystem and Environment* 74:19-31.
- _____. 1988. The impact and ecological role of weeds in agroecosystems. In Altieri, MA; Liebman, M. eds. *Weed management in agroecosystems: Ecological approaches*. Florida, US, CRC Press. p. 1-6.
- Andrews, KL; Caballero, R. 1995. Órdenes y familias de insectos de Centroamérica. Honduras, Zamorano Academic Press. 179 p.
- Borror D, J; White R, E. 1970. A field guide to the insects. Estados Unidos, Houghton Mifflin. 404 p.
- _____; Triplehorn C, A; Johnson, NF. 1989. An introduction to the study of Insects. Estados Unidos, Saunders College Publishing. 179 p.
- Castner, JL. 2000. Photographic atlas of entomology and guide to insect identification. China, Feline Press. 174 p.
- Castro-Ramírez, AE; Ramírez-Salinas, C; Ruiz-Montoya, L. 1998. Evaluación del daño en maíz causado por gallina ciega (Coleoptera: Melolonthidae) en Amatenango del Valle Chiapas, México. In Morón, MA; Aragón, A. eds. *Avances en el estudio de la diversidad, importancia y manejo de los coleópteros edafícolas americanos*. México, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla y Sociedad Mexicana de Entomología A. C. p. 47-53.
- _____; Silva, A, M. 2002. Hacia la producción sustentable de maíz de temporal en Los Altos de Chiapas. In Aragón G, A; López-Olguín, J; Tornero, CM. eds. *Métodos para la generación de tecnología agrícola de punta*. México. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. p. 159-170.
- CATIE. 1990. Guía para el manejo integrado de plagas del cultivo de maíz. Turrialba, CR, CATIE. 88 p. (Serie Técnica, informe técnico no. 152).
- Cochran, WG. 1998. Técnicas de muestreo. México, CECSA. 513 p.
- Cortina, NC. 1988. Manejo racional de plaguicidas químicos: Tendencias mundiales. *Gaceta ecológica*. INE.SEMARNAP. 48:70-76.
- Cruz-López, J; Castro-Ramírez, A; Ruiz-Montoya, L. 1999. Guía ilustrada de insectos asociados al cultivo de maíz y frijol en Tenejapa, Chiapas. México, ECOSUR. 45 p.
- Chávez, MM; Nava, BE. 1996. La agrodiversidad del maíz como un elemento de sostenibilidad de agricultura campesina. In *Memorias del II Simposio Internacional y III Reunión Nacional sobre la Agricultura Sostenible. Una contribución al desarrollo agrícola integral*. Comisión de estudios ambientales. San Luis Potosí México. Colegio de Postgraduados. p. 134-146.
- Espinoza G, F; Sarukhán, KJ. 1997. Manual de malezas del valle de México, Claves, descripciones e ilustraciones. México. UNAM y Fondo de Cultura Económica. 407 p.
- Galindo-Leal, C. s.f. Diseño y análisis de proyectos para el manejo y monitoreo de diversidad biológica. Programa de investigación tropical. Stanford, US, Centro para la biología de la conservación, Universidad de Stanford.
- Gordillo, TM. 1997. Banco de semillas y composición de arvenses en milpa con manejo tradicional (roza-tumba-quema) e intensivo (labranza intensiva) en Sacaba, Yucatán. México, UADY. 63 p.
- King, AB; Saunders, JL. 1984. Las plagas invertebradas de cultivos anuales alimenticios en América Central. Una guía para su reconocimiento y control. Tropical Development and Research Institute. Londres, UK. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). 182 p.
- Liis, WJ; Gut, LJ; Westgard P, H; Warren, CE. 1986. Perspectives on arthropod community structure, organization, and development in agricultural crops. *Annual Review of Entomology* 31:455-478.
- Lot, A; Chiang, F. 1986 Manual de herbario. Administración y manejo de colecciones, técnicas de recolección y preparación de ejemplares botánicos. México, Consejo Nacional de la Flora de México. 142 p.
- Magurran, EA. 1988. *Ecological Diversity and its measurement*. Estados Unidos, Princeton University Press. 179 p.
- Martínez A, M; Mapes S, C; Linares M, E; Basurto P, F; Castro L, D; Robles B, E. 1994. Proyecto Milpa. Etnobotánica de quelites (en línea). Disponible en <http://www.grcp.ucdavis.edu/milpa/mck996/quel96.htm>. 12 p.
- Moreno, CE. 2001. Manual de métodos para medir la biodiversidad. Textos universitarios. México, Universidad Veracruzana. 49 p.
- Morón, MA; Terrón R, A. 1988. *Entomología práctica. Una guía para el estudio de los insectos con importancia agropecuaria, médica forestal y ecológica de México*. México, Instituto de Ecología, A. C. 504 p.
- Nicholls, CI; Altieri, MA. 2001. Bases agroecológicas para el manejo de la biodiversidad en agroecosistemas: Efectos sobre plagas y enfermedades. University of California, Berkley. 15 p.
- _____; Altieri, MA. 2002. Biodiversidad y diseño agroecológico: un estudio de caso de manejo de plagas en viñedos. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología* 65:50-60.
- _____; Altieri, MA; Sánchez, SJ. 2000. Manual práctico de control biológico para una agricultura sustentable. Estados Unidos, USD National Biological Control Institute. 77 p.
- Power, GA; Kareiva, P. 1990. Herbivorous insects in agroecosystems. In Carroll, R; Vandermeer, HJ; Rosset, MP. eds. *Agroecology*. Estados Unidos, McGraw-Hill. p. 310-327.
- Ramírez V, P; Valner G, O; Ramírez J, O; Sánchez S, C; Parra L, M; Olvera A, F. 1981. Esquema del ECOPLAN del municipio de Comitán de Domínguez, Estado de Chiapas. Síntesis informativa. México, Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas. 6 p.
- Reyes C, P. 1980. *Diseño de experimentos aplicados: agronomía, química, biología, industrias, ciencias sociales y ciencias de la salud*. México, Trillas. 348 p.
- Sánchez-Gómez, JR. 2002. Daño en maíz por "gallina ciega" (Coleoptera: Melolonthidae) en Yalumá Villahermosa, municipio de Comitán, Chiapas. Tesis de Ing. Agrónomo. México. Instituto Tecnológico de Comitán. 116 p.
- Urzúa S, F. 1991. Manejo de malezas y dinámica de sus poblaciones en cultivos bajo labranza de conservación. México, Universidad Autónoma de Chapingo. 16 p.
- Vandermeer, J; Perfecto, I. 1995. Breakfast of biodiversity. The truth about rain forest destruction. Estados Unidos, Institute for Food and Development Policy. 186 p.

Patogenicidade do *nucleopolyhedrovirus* (NPV) (*Baculoviridae*) isolados em larvas de *Spodoptera exigua* e *S. littoralis* sobre larvas de *S. frugiperda*

F. R. Guimarães¹
E. B. Beserra¹
C. Santiago-Alvarez²
E. Vargas-Osuna²

RESUMEN. Patogenicidad de aislamientos de nucleopolyhedrovirus (NPV) procedentes de larvas de *Spodoptera exigua* y *S. littoralis* sobre larvas de *S. frugiperda*. El noctuid *Spodoptera frugiperda* Smith es una de las principales plagas del maíz en Brasil. El uso de insecticidas químicos para el control de la especie puede ocasionar diversos daños al ecosistema, por lo que es de gran interés la búsqueda de agentes alternativos de control, entre los que se encuentran los nucleopolyhedrovirus (NPV) como los candidatos más prometedores para este fin. Se ha estudiado la patogenicidad de aislamientos de NPV obtenidos de larvas de *S. exigua* Hübner y de *S. littoralis* Boisduval, sobre larvas de *S. frugiperda*, lo que nos ha permitido conocer mejor el espectro de actividad de los NPV dentro del género *Spodoptera*. De los seis aislamientos probados, dos de ellos (NPVSe4 y NPVSI) presentaron resultados altamente significativos en cuanto a la mortalidad larvaria.

Palabras clave: *Spodoptera*, Noctuidae, patogenicidad, nucleopolyhedrovirus, baculovirus.

ABSTRACT. Pathogenicity of nuclear polyhedrosis viruses (NPV) isolated from *Spodoptera exigua* and *S. littoralis* on *S. frugiperda* larvae. The noctuid *Spodoptera frugiperda* Smith is a key pest of maize crops in Brazil. The use of chemical insecticides in the control of this species can result in damage to the ecosystem, so it is important to research alternative control agents. Nuclear polyhedrosis viruses (NPVs) are considered potential candidates with good possibilities for practical application. We have determined the pathogenicity of NPVs isolated from *S. exigua* Hübner and *S. littoralis* Boisduval larvae on *S. frugiperda* Smith larvae and a better knowledge of the NPV host range in the *Spodoptera* genus has been obtained. Two from the six tested isolates (SeNPV4 and SINPV) caused high larval mortalities.

Key words: *Spodoptera*, Noctuidae, pathogenicity, nuclear polyhedrosis virus, baculovirus.

Introdução

Durante o ciclo da cultura, o milho está sujeito a um complexo de pragas que podem ocorrer desde o plantio até o armazenamento (Cruz *et al.* 1987). Dentre estas pragas, a lagarta do cartucho-do-milho, *Spodoptera frugiperda* Smith, caracteriza-se como o principal problema entomológico da cultura do milho no Brasil (Vendramin e Francelli 1988, Valicente e Costa 1995).

Diversos patógenos são citados como reguladores das populações naturais de *S. frugiperda*, dentre estes, os baculovírus do gênero *Nucleopolyhedrovirus* (NPV), os quais são candidatos promissores como agentes de controle biológico da referida praga (Valicente e Costa 1995). Os baculovírus são bastante específicos e geralmente restritos a um só hospedeiro, fato que limita as possibilidades econômicas de

¹ Núcleo de Controle Biológico, Departamento de Farmácia e Biologia, Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), Av. Marechal Floriano Peixoto, 718 (Centro), CEP. 58.100-001, Campina Grande, Paraíba, Brasil.

² Unidad de Entomología Agrícola y Forestal, Departamento de Ciencias y Recursos Agrícolas y Forestales, E.T.S.I.A.M. Universidad de Córdoba, Apartado 3048, 14080 Córdoba, España.

exploração de seu uso como agente de controle natural (Evans 1986), apesar de que alguns NPV apresentarem espectro de ação mais amplo para gêneros, famílias e ordens (Ibarra e Del Rincón Castro 2001).

Hamm e Styer (1985) fizeram estudos dentro do gênero *Spodoptera*. Estes autores estudaram a patogenicidade de dois isolados do NPV de *S. frugiperda* (NPVSf) obtidos de multiplicação *in vivo* nos hospedeiro primário e alternativo *S. exigua*, sobre larvas neonatas de *S. frugiperda* e *S. exigua*, observando um percentual de mortalidade por NPVSf de 100% e de 94,2 a 100% em *S. frugiperda* e *S. exigua*, respectivamente.

Suspensões virais de NPV foram obtidas nos anos de 1993 e 1994 de adultos e larvas de *S. exigua* coletados em campos de alfafa na província de Córdoba - Espanha (Guimarães *et al.* 1994) e caracterizados morfológicamente por análise de DNA (Guimarães 1996). Com o objetivo de indicar o espectro de ação de cada vírus e selecionar o mais virulento para larvas de *S. frugiperda*, estudou-se a ação dos NPV isolados em Espanha de larvas de *S. exigua* e um NPV isolado em Marrocos de larvas de *S. littoralis*.

Materiais e métodos

Larvas de *S. frugiperda* utilizadas nos ensaios de patogenicidade foram obtidas a partir da descendência de indivíduos coletados em campos de milho e mantidos no Laboratório de Controle Biológico da Universidade Estadual da Paraíba a temperatura de 26°C e fotoperíodo 12 horas.

Foram utilizados seis cepas de NPV: cinco isolados de NPV de *S. exigua* obtidos a partir de larvas coletadas em campo nas províncias de Badajoz (NPVSe1), Almería (NPVSe2) e Córdoba (NPVSe3 e NPVSe5) ou a partir de populações estabelecidas em laboratório originadas da captura de adultos em

armadilha luminosa (NPVSe4) (Guimarães 1996), e uma cepa Marroquina de NPV de *S. littoralis* (NPVSI) procedente da Station de Lutte Biologique de La Minière (INRA) - França. Os isolados foram purificados seguindo a metodologia descrita por Griffith (1982) com algumas modificações (Vargas-Osuna *et al.* 1994).

Para os ensaios de patogenicidade, seguiu-se a metodologia descrita Por Vargas-Osuna e Santiago-Alvarez (1988). Assim, larvas de segundo estágio de *S. frugiperda* foram acondicionadas em caixas plásticas transparentes de 26 mm de diâmetro e 10 mm de altura, com tampa sem abertura de ventilação. No interior desta colocou-se um papel de filtro umedecido e discos de alfafa de 5 mm de diâmetro como substrato alimentar, sobre os quais aplicou-se, com uma pipeta automática, 3 ml de uma dose diluída da décima parte da concentração inicial de cada isolado viral (Tabela 1). Utilizaram-se 30 larvas por tratamento e 30 como testemunha que foram tratadas com água destilada que continha espalhante adesivo Agral a 0,1%. Quando do consumo total dos discos e no máximo 48 horas após, trocaram-se as tampas das caixas por outras com abertura central de ventilação (malha metálica) e as larvas passaram a se alimentar com dieta semi-sintética de alfafa (Santiago-Alvarez e Vargas-Osuna 1986) sem formaldeído. Larvas que não se alimentaram ou que morreram sem consumir os discos integralmente foram eliminadas do bioensaio. Foram feitas observações diárias para se acompanhar o desenvolvimento larval e verificar a ocorrência de mortalidade. Larvas mortas foram dissecadas e seus diversos tecidos, entre os quais o corpo graxo e o epitelial, foram observados em microscópio de contraste de fases para se detectar a presença de inclusão de poliedros ou outros agentes patogênicos, segundo Poinar e Thomas (1984).

Tabela 1. Isolados virais utilizados nos ensaios de patogenicidade.

Suspensão viral	Procedência	Titulação (CO/ml)*
NPVSe1	Badajoz (Espanha)	1,50 x 10 ⁹
NPVSe2	Almeria (Espanha)	1,20 x 10 ⁹
NPVSe3	Córdoba (Espanha)	2,98 x 10 ⁹
NPVSe4	Córdoba (Espanha)	1,36 x 10 ⁹
NPVSe5	Córdoba (Espanha)	3,18 x 10 ⁹
NPVSI	Marrocos	1,73 x 10 ⁹

*CO = Corpo de oclusão poliédrica.

Resultados e discussão

Das cinco suspensões de NPV obtidas de *S. exigua*, somente o isolado NPVSe4 causou mortalidade larval em 85,4% do total de larvas tratadas. Por outro lado, o NPVSI ocasionou mortalidade na ordem de 81,8% (Tabela 2). Não foi observada mortalidade larval no grupo controle. Estes resultados confirmam a (alta) especificidade dos isolados NPVSe1, NPVSe2, NPVSe3 e NPVSe5 e registra o maior espectro de ação do isolado NPVSe4 que também causou mortalidade em larvas de *Spodoptera littoralis* e *Helicoverpa armigera* (Guimarães 1996). Com relação aos resultados obtidos com o tratamento de *S. frugiperda* com o VPNSI, ampliou-se o espectro de ação deste baculovírus dentro do gênero *Spodoptera*, já que anteriormente Maracajá *et al.* (1994) tinha obtido mortalidade de *S. exigua* infectada pelo NPVSI.

Três aspectos devem ser ressaltados: o primeiro é de que um vírus polipatogênico ou inespecífico apresenta uma vantagem ecológica em relação àqueles de característica monoespecífica, uma vez que

a sincronização entre o hospedeiro e o vírus é fundamental para os baculovírus. Um baculovírus com um amplo espectro de ação terá mais possibilidade de replicação e produção na natureza do que um baculovírus específico. Segundo é que do ponto de vista de sua utilização prática no controle de pragas, um vírus que apresenta alta especificidade tem inconvenientes, em especial do tipo comercial, pois será incapaz de controlar outras espécies presentes no mesmo ou em outros cultivos do ecossistema (Evans 1986). O terceiro aspecto refere-se à possibilidade de produção do isolado não específico em hospedeiro alternativo. Para *S. frugiperda* é muito importante esse fato, já que as lagartas são canibais e essa característica dificulta o processo de produção (Alves, com. pessoal).

Os resultados obtidos indicam a necessidade de se aprofundar nos aspectos da atividade inseticida em laboratório e em campo dos isolados de NPV inespecíficos (NPVSe4 e NPVSI) e, inclusive, de comparar o poder inseticida dessas duas cepas com o próprio baculovírus isolado em *S. frugiperda*.

Tabela 2. Mortalidade de larvas de *Spodoptera frugiperda* infectadas com isolados de NPV.

Tratamento	N	Causas de mortalidade			
		NPV		CD	
		n	%	n	%
Testemunha	54	0	0	0	0
NPVSe1 *	27	0	0	0	0
NPVSe2 *	24	0	0	1	4,1
NPVSe3 *	21	0	0	0	0
NPVSe4 **	48	41	85,4	2	4,2
NPVSe5 **	45	0	0	6	13,3
NPVSI **	44	36	81,8	2	4,5

N = Número total de larvas.

n = Número de larvas mortas.

* Resultado de uma repetição.

** Resultado de duas repetições.

CD = Causa conhecida.

Literatura citada

- Cruz, I; Waquil, JHE; Viana, PA. 1987. Manejo de pragas da cultura do milho. Informe Agropecuário. p. 21-25.
- Evans, HF. 1986. Ecology and epizootiology of baculoviruse *In* Granados, RR; Federici, BA. eds. The biology of baculoviruses. Practical application for insect control. Florida, US, CRC Press. v. 2, p. 89-132.
- Griffith, LP. 1982. A new approach to the problem of identifying baculoviruses. *In* Kurstak, E. ed. Microbial and viral pesticide. New York, Marcel Dekker. p. 507-531.
- Guimarães, FR. 1996. Caracterización morfológica, bioquímica y biológica de cepas de *Nucleopolyedrovirus* (Baculoviridae) aisladas de poblaciones naturales de *Spodoptera exigua* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae) con persistentes infecciones virales. Tesis Doctoral. España, Universidad de Córdoba. 205 p.
- _____; Vargas Osuna, E; Maracajá, PBE; Santiago-Alvarez, C. 1995. Presencia de *Spodoptera exigua* Hb. (Lep.:Noctuidae) y sus agentes bióticos asociados en la provincia de Córdoba. Boletín de Sanidad Vegetal y Plagas 21:641-646.
- Hamm, JE; Styer, EL. 1995. Comparative pathology of isolates *Spodoptera frugiperda* Nuclear Polyhedrosis Virus in *S. frugiperda* and *S. exigua*. Journal of General Virology 66: 1249-1261.
- Ibarra, JE; Del Rincón Castro, MC. 2001. Capacidad insecticida de los baculovirus. *In* P. Caballero, M, P; López-Ferber, T; Williams. eds. Los baculovirus y sus aplicaciones como bioinsecticidas en el control biológico de plagas. Valencia, ES, Phytoma 7: 203-224.
- Maracajá, PB; Vargas Osuna, EE; Santiago-Alvarez, C. 1994. Actividad biológica de biopreparados del virus de la

- polyhedrosis nuclear de *Spodoptera littoralis* obtenidos en el hospedador natural y en el alternativo *Spodoptera exigua*. Boletín de Sanidad Vegetal y Plagas 20:495-499.
- Poinar, GO, Jr; Thomas, GM. 1978. Laboratory guide to insect pathogens and parasites. New York, Plenum Press. 514 p.
- Santiago-Alvarez, C; Vargas-Osuna, E. 1986. Differential mortality between male and female *Spodoptera littoralis* larvae infected with a baculovirus. Journal of Invertebrate Pathology 47:374-376.
- Valicente, FH.; Costa, EF. 1995. Controle da lagarta do cartucho, *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae). Anais da Sociedad Entomologica do Brasil 17:141-149.
- Vargas-Osuna, E; Aldebis, HK; Caballero, P; Lipa, JJ; Santiago-Alvarez, C. 1994. A newly described *Baculovirus* (subgroup B) from *Ocnogyna baetica* (Rambur) (Lepidoptera: Arctiidae) in Southern Spain. Journal of Invertebrate Pathology 63:31-36.
- Vargas Osuna, E; Santiago-Alvarez, C. 1988. Differential response of male and female *Spodoptera littoralis* (Boisduval) (Lep.: Noctuidae) Individuals to a nuclear polyhedrosis virus. Journal of Applied Entomology 105:374-378.
- Vendramim, JD; Francelli, M. 1988. Efeito de genótipos de milho na biologia de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae). Anais da Sociedad Entomologica do Brasil 17: 141-149.

Estatus del manejo de *Bemisia tabaci* en América Latina y el Caribe: ocho preguntas pertinentes¹

Luko Hilje²

RESUMEN. Se aporta un panorama actualizado del estatus del manejo de *Bemisia tabaci* en América Latina y el Caribe, mediante una serie de ocho preguntas relevantes o pertinentes que contribuyen a lograr una visión crítica y de conjunto sobre los avances logrados. Dichas preguntas se refieren a cuánto se conoce realmente sobre la bioecología de *B. tabaci*; a si todos los problemas causados por dicha plaga son imputables solo al biotipo B; al escaso conocimiento sobre los geminivirus y su epidemiología; a los riesgos de que surjan problemas fitosanitarios inusitados; a la insostenibilidad de los insecticidas como método de combate; a la eficacia de otros métodos de manejo aplicados en el continente; a la funcionalidad de los conceptos y métodos de transferencia de tecnología empleados hasta ahora; y a la importancia de las redes de colaboración.

Palabras clave: América Latina, Caribe, moscas blancas, virus, manejo integrado de plagas.

ABSTRACT. Whitefly (*Bemisia tabaci*) status in Latin America and the Caribbean: eight pertinent questions. An updated view on the management status of *B. tabaci* in Latin America and the Caribbean is provided, through eight relevant questions aimed at accomplishing a critical and comprehensive appraisal of current developments. Such questions deal with how much is actually known about *B. tabaci* bioecology; whether all problems caused by this pest can be attributed exclusively to the B biotype; the scant knowledge about geminiviruses and their epidemiology; the likely risks of facing sudden and unprecedented phytosanitary problems; the unsustainability of insecticides for controlling whiteflies and associated problems; the effectiveness of other control methods so far applied in our continent; the feasibility of technology transfer concepts and methods applied so far; and the relevance of international collaborative networks.

Key words: Latin America, Caribbean, whiteflies, viruses, integrated pest management.

Introducción

De las casi 1200 especies de moscas blancas (Homoptera: Aleyrodidae) descritas hasta ahora (Bink-Moenen y Mound 1990), pocas afectan la producción agrícola en el mundo. En América Latina y el Caribe, algunas han causado problemas en situaciones muy particulares, específicas o transitorias, como sucede con *Aleurocanthus woglumi* (cítricos), *Aleurothrixus floccosus* (cítricos, guayaba y otros frutales), *Aleurotrachelus* sp. (yuca), *Bemisia tuberculata* (yuca), *Trialeurodes variabilis* (yuca y papaya)

(Caballero 1996) y *Aleurodicus dispersus* (banano) (Blanco-Metzler y Laprade 2000).

Sin duda, tanto en América como el resto del mundo, las especies más comunes e importantes en términos económicos son *Bemisia tabaci* y *T. vaporariorum*. La segunda predomina en invernaderos de plantas ornamentales y hortalizas, así como en tierras altas, causando daños directos (extracción de savia y debilitamiento de las plantas) e indirectos (fumaginas). Por su parte, *B. tabaci*, además de provocar daños análogos,

¹ Basado, con algunas modificaciones, en la charla homónima presentada en el XXX Congreso de la Sociedad Colombiana de Entomología (SOCOLEN). Cali, Colombia. Julio, 2003.

² Unidad de Fitoprotección. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Turrialba, Costa Rica. luko@catie.ac.cr

es vector de varios tipos de virus y causante de algunas alteraciones fitotóxicas (Brown y Bird 1992, Brown 1994, Perring 1996).

Aunque en América Central *B. tabaci* ha causado afecciones serias desde los años 60, al alcanzar densidades poblacionales desmedidas en algodón, así como severas epidemias virales en frijol, después disminuyó su notoriedad, ya que fue parcialmente controlada y el algodón (entonces su hospedante principal) perdió importancia agroindustrial, e incluso dejó de sembrarse. No obstante, dicha plaga resurgió de manera seria en los años 80 y 90 en varios cultivos (Cuadro 1), como frijol, tomate, chile dulce, melón, sandía, ayote y tabaco (Hilje 1996).

Este problema es común a otras partes del continente americano, como México, el Caribe y Suramérica donde, además, la lista de cultivos afectados se ha

ido ampliando paulatinamente (Cuadro 1). Así, en la actualidad, *B. tabaci* es un problema como plaga directa o como vector, desde el sur de los EUA hasta Argentina y en todos los países del Caribe. Mundialmente, lo es además en varios países africanos, europeos, asiáticos y en Australia, al punto de que se puede asegurar que *B. tabaci* es hoy la principal plaga agrícola mundial. Las pérdidas económicas —no siempre bien estimadas— son de varios centenares de millones por año, mundialmente (Oliveira *et al.* 2001).

Esta crítica situación justifica la dedicación de esfuerzos extraordinarios a la investigación básica y los métodos para su combate. Estos aportes aparecen en unos 5000 artículos científicos y 1500 resúmenes de avances³, la mayoría de los cuales se han compilado en libros o ediciones especiales de revistas (Cock 1986,

Cuadro 1. Cultivos hospedantes de *Bemisia tabaci* en América Latina y el Caribe hasta el año 2003.

Nombre científico	Familia	Nombres comunes
Cultivos claves		
<i>Capsicum annuum</i>	Solanaceae	Chile dulce, chiltoma, pimentón
<i>Capsicum frutescens</i>	Solanaceae	Chile picante, ají
<i>Citrullus lanatus</i>	Cucurbitaceae	Sandía, patilla
<i>Cucumis melo</i>	Cucurbitaceae	Melón
<i>Glycine max</i>	Leguminosae	Soya
<i>Gossypium hirsutum</i>	Malvaceae	Algodón
<i>Lycopersicon esculentum</i>	Solanaceae	Tomate
<i>Phaseolus vulgaris</i>	Leguminosae	Frijol, habichuela, caraota
Cultivos secundarios		
<i>Arachis hypogaea</i>	Leguminosae	Maní, cacahuate, amendoim
<i>Brassica oleracea</i> var. <i>capitata</i>	Cruciferae	Repollo, col
<i>Brassica oleracea</i> var. <i>italica</i>	Cruciferae	Brócoli
<i>Brassica oleracea</i> var. <i>botrytis</i>	Cruciferae	Coliflor
<i>Cucumis sativus</i>	Cucurbitaceae	Pepino
<i>Cucurbita maxima</i>	Cucurbitaceae	Zapallo, moranga
<i>Cucurbita mixta</i>	Cucurbitaceae	Pipián, tamalayote
<i>Cucurbita moschata</i>	Cucurbitaceae	Ayote, calabaza, auyama
<i>Cucurbita pepo</i>	Cucurbitaceae	Calabacín
<i>Helianthus annuus</i>	Compositae	Girasol
<i>Hibiscus esculentus</i>	Malvaceae	Okra, molondrón
<i>Ipomoea batatas</i>	Convolvulaceae	Camote, batata, boniato
<i>Lactuca sativa</i>	Asteraceae	Lechuga
<i>Medicago sativa</i>	Leguminosae	Alfalfa
<i>Nicotiana tabacum</i>	Solanaceae	Tabaco
<i>Passiflora edulis</i> f. <i>flavicarpa</i>	Passifloraceae	Maracuyá
<i>Sesamum indicum</i>	Pedaliaceae	Ajonjolí
<i>Solanum melongena</i>	Solanaceae	Berenjena
<i>Vitis vinifera</i>	Vitaceae	Uva
Cultivos por confirmar		
<i>Raphanus sativus</i>	Cruciferae	Rábano
<i>Solanum tuberosum</i>	Solanaceae	Papa

Fuentes: Informes nacionales (2000), Yuki *et al.* (2002).

³ Naranjo, SE. 2003. USDA, Arizona (comunicación personal).

Ohnesorge y Gerling 1986, Gerling 1990, Gerling y Mayer 1996, Naranjo y Ellsworth 2001). Pero, además, hoy el tema está presente en casi todo congreso de entomología o fitopatología, y se han creado varias redes colaborativas para intercambiar información o implementar planes de acción.

Este artículo pretende ofrecer un panorama actualizado sobre el estatus del manejo de *B. tabaci* en América Latina y el Caribe mediante una serie de ocho preguntas, que podrían considerarse como relevantes o pertinentes y que contribuyen a lograr una visión crítica y de conjunto sobre los avances logrados.

1. ¿Cuánto se conoce sobre la bioecología de *B. tabaci*?

En realidad, se sabe muy poco acerca de las numerosas especies de la familia Aleyrodidae. Casi todo el conocimiento se concentra en dos especies, *B. tabaci* y *T. vaporariorum*, particularmente en la primera. Asimismo, *B. tabaci* tiene 19 razas o biotipos documentados (denominados con letras, en secuencia, desde la A hasta la S) (Perring 2001), de los cuales al menos seis están en América (Brown 1993, Brown *et al.* 1995, DeBarro y Driver 1997). Los más difundidos son el A (biotipo "original" en América), el B (originario del Viejo Mundo) y el Q (localizado en la cuenca del mar Mediterráneo). Casi todos los estudios bioecológicos—ciclos de vida, fisiología, comportamiento, ámbito de hospedantes, relaciones insecto-planta y enemigos naturales— se han realizado con los dos primeros biotipos.

Aunque pareciera que el conocimiento sobre los biotipos de *B. tabaci* es de importancia meramente académica, esta es una idea falsa. Hasta ahora, solamente hay información detallada sobre los biotipos A y B, pero esta es suficiente para remarcar su importancia práctica y lo conveniente que sería contar con información análoga para otros biotipos. Por ejemplo, el biotipo B contrasta con el A en varios aspectos (Perring 1996). Su fecundidad es cercana a 200 huevos/hembra, casi el doble del biotipo A. Tiene mayor tolerancia al frío que el A, lo cual le permite invadir zonas ubicadas a mayores altitudes y latitudes, así como soportar períodos adversos y recuperar sus poblaciones en forma rápida. Ataca cultivos que el A no afecta, entre los que sobresalen crucíferas como repollo, coliflor y brócoli (*Brassica oleracea*), lechuga (*Lactuca sativa*, Compositae), cítricos (*Citrus* spp., Rutaceae) y papaya (*Carica papaya*, Caricaceae); además, puede completar su ciclo o desarrollo en el cultivo de tomate.

El biotipo B puede inducir al menos cuatro tipos de alteraciones fitotóxicas o síndromes (Schuster *et al.* 1990, Yokomi *et al.* 1990, Costa *et al.* 1993, Perring 1996, Shapiro 1996), los cuales pueden tener un impacto serio en los rendimientos. El *síndrome de la hoja plateada* se presenta en *Cucurbita* spp. (Fig. 1); inicialmente, las nervaduras se tornan blanquecinas o brillantes, y la hoja adquiere poco a poco una apariencia reticulada en el haz, hasta quedar totalmente plateada. El de la *maduración irregular* (Fig. 2) hace que el fruto de tomate muestre bandas amarillentas longitudinales y que los tejidos internos permanezcan blanquecinos, sin llenarse por completo. El *palidecimiento del tallo*, en brócoli y el *amarillamiento del follaje*, en lechuga, provocan además arrugamiento y pérdidas en el peso del follaje. Estos síndromes son causados por sustancias toxicogénicas presentes en la saliva de las ninfas, las cuales son transportadas dentro de la planta, lejos de los puntos de alimentación de las ninfas. En términos prácticos, una ventaja es su reversibilidad pues, al eliminar las ninfas, el tejido nuevo no resulta afectado.

En resumen, se ha avanzado bastante en el conocimiento de la biología y la ecología de *B. tabaci*, y varios de los patrones observados parecen comunes a los de otros miembros de la familia Aleyrodidae, por lo que la información podría extrapolarse, al menos parcialmente. No obstante, hay un déficit sensible de información para otras especies, así como para biotipos diferentes del A y el B, que podría ser muy útil para mejorar su manejo como plagas.



Figura 1. Cultivo de *Cucurbita moschata* (ayote, calabaza o auyama) en Pernambuco, Brasil, con síntomas del síndrome de la hoja plateada.



Figura 2. Frutos de tomate con síntomas del síndrome de la hoja plateada: bandas amarillentas longitudinales externamente (A) y tejidos internos blanquecinos y lóculos casi vacíos internamente (B).

2. ¿Son imputables los problemas en nuestro continente solamente al biotipo B?

Dada la coincidencia temporal con lo ocurrido en 1991 el sur de los EUA (California, Arizona, Texas y Florida), donde se presentó una situación grave, por daño directo, en varios cultivos (algodón, melón, tomate y plantas ornamentales), se consideró que tal simultaneidad obedecía a la introducción accidental del biotipo B. El patrón temporal observado se expresó así: 1986 (Nicaragua), 1987 (Guatemala), 1988 (República Dominicana y Costa Rica), 1989 (Belize, Honduras, El Salvador, Cuba y Puerto Rico), 1990 (Haití), 1991 (México, Panamá, Jamaica y Brasil), 1994 (Ecuador) y 1998 (Chile) (Informes Nacionales 2000). No obstante, esta hipótesis carece de sustento científico, pues aunque dicho biotipo aparece en varios países del continente (Cuadro 2), hoy se sabe que la situación es aún más compleja.

En realidad, en algunos países los daños han sido causados por otros biotipos nativos de *B. tabaci*, incluyendo el biotipo A, ampliamente distribuido en el continente (Cuadro 2). Por ejemplo, en Costa Rica, que es un país muy pequeño, se nota una situación heterogénea y diversa. Hasta hace pocos años no aparecía el biotipo B, pero ahora se sabe que en las principales zonas productoras de tomate predomina el biotipo A (Hilje *et al.* inédito). El biotipo B se restringe a ciertas zonas de las provincias de Guanacaste y Puntarenas, en campos de cucurbitáceas, como melón, sandía y pepino, así como de chile jalapeño. Hay otros biotipos en tomate, chile dulce y chile jalapeño,

a veces junto con el biotipo A. Se ha observado que el biotipo A casi no se reproduce en el tomate, pero lo hace profusamente en el chile dulce (*Capsicum annuum*).

En síntesis, la simultaneidad observada pareciera deberse, además de a la introducción del biotipo B, a fenómenos más amplios —quizás de tipo climático o agronómico— con capacidad de afectar no solamente otros biotipos de *B. tabaci*, sino también otros miembros de la familia Aleyrodidae que han alcanzado densidades explosivas, incluyendo *T. vaporariorum* y algunas de las especies que atacan cultivos como yuca, papaya y banano (Caballero 1996, Blanco-Metzler y Laprade 2000). Esto amerita mayores estudios, basados en un conocimiento más profundo de la biología y ecología de los miembros de dicha familia.

3. ¿Se conoce suficiente sobre los geminivirus y su epidemiología?

B. tabaci puede transmitir virus pertenecientes a varios grupos, como carlavirus, luteovirus, nepovirus, potyvirus y closterovirus (Brown 1994). Sin embargo, sobresale por su afinidad con los geminivirus o begomovirus (*Geminiviridae*), de los cuales transmite mundialmente al menos 50 (Markham *et al.* 1996). En América se han detectado geminivirus en algodón, calabaza, chile, lechuga, varias leguminosas, melón, okra, pepino, sandía y tomate (Brown 1994).

La situación es más compleja aún, pues un mismo cultivo puede ser afectado por varios geminivirus, en diferentes países o en diferentes zonas de un mismo país, como sucede con el tomate en América, donde es

Cuadro 2. Distribución de biotipos de *Bemisia tabaci* en América Latina y el Caribe hasta el año 2003.

País	Región	Biotipos ²	Determinación ³	Fuente
México	Norte	A y B	NI	Torres <i>et al.</i> (2000)
Guatemala	Centro	A, B y otros	Brown	Mejía <i>et al.</i> (2000)
Belice	Centro	B	Brown	Brown (1993)
El Salvador	Centro	A y B	CIAT	Sermeño y Cervantes (2000)
Honduras	Centro	B y otro	Brown	Judith K. Brown, com. pers. (2003)
Nicaragua	Centro	B (?) y otros	Brown	Brown (1993)
Costa Rica	Centro	A, B y otros	CIAT	Hilje <i>et al.</i> (2000)
Panamá	Centro	A y B	CIAT	Chang (2000)
Cuba	Caribe	B	NI	Vázquez <i>et al.</i> (2000)
Rep. Dominicana	Caribe	A y B	CIAT	Villar <i>et al.</i> (2000)
Haití	Caribe	?	—	Jackson Donis (1999, com. pers.)
Puerto Rico	Caribe	B	Brown	Pantoja y Cabrera (2000)
Jamaica	Caribe	B	Brown	Brown <i>et al.</i> (2002)
Colombia	Sur	A y B	CIAT	García y López-Ávila (2000)
Venezuela	Sur	A y B	CIAT	Salas y Arnal (2001)
Ecuador	Sur	A y B	CIAT	Valarezo y Arias de López (2000)
Perú	Sur	A y B	NI	Valencia <i>et al.</i> (2000)
Brasil	Sur	B	NI	Haji <i>et al.</i> (2000)
Bolivia	Sur	B (?)	NI	Oscar Barea, com. pers. (2003)
Chile	Sur	B (?)	—	Pedro Mondaca, com. pers. (2003)
Uruguay	Sur	?	—	Jorge Paullier, com. pers. (2003)
Argentina	Sur	B y otros	Brown	Viscarret <i>et al.</i> (2003)

¹ Se omite Paraguay, por falta de datos.

² NI: No indicado; B(?): Posible presencia del biotipo B, con base en síntomas (alteraciones fitotóxicas) o información molecular por confirmar.

³ NI: No indicado; Brown: Laboratorio de la Dra. Judith K. Brown (University of Arizona, Tucson); CIAT: Laboratorio del CIAT (Cali, Colombia), como parte del proyecto *Sustainable Integrated Management of Whiteflies as Pest and Vectors of Plant Viruses in the Tropics*.

afectado por 17 geminivirus (Polston y Anderson 1997); además, a veces aparecen mezclados varios de ellos en una misma planta, originando complejas interacciones (Rivera-Bustamante 1995) y, en ciertos casos, algunos virus con superioridad competitiva pueden desplazar y eliminar a otros. Por ejemplo, en Costa Rica, por varios años predominó en tomate el virus del moteado amarillo del tomate (ToYMoV), pero en años recientes apareció el *Sinaloa tomato leaf curl virus* (STLCV) en infecciones mixtas con él (Karkashian *et al.* 1998) y actualmente lo ha desplazado en varias zonas del país⁴.

Un caso particular es el del virus del rizado amarillo de la hoja del tomate (TYLCV), de origen mediterráneo, pero trasladado a nuestro continente de manera inadvertida. Apareció en la República Dominicana y posteriormente se extendió hacia otras islas del Caribe (Puerto Rico, Cuba, Bahamas, Jamaica y Guadalupe) y a Florida, y de ahí a los estados de Georgia, Carolina del Norte, Carolina del Sur, Mississippi, Luisiana y Virginia; el virus se encuentra también en Yucatán (México)⁵.

Dicho virus tiene la capacidad de desplazar a muchos virus nativos⁶ y es muy perjudicial, ya que causa aborto floral (Fig. 3), disminuyendo severamente la producción de frutos. Asimismo, a diferencia de muchos de los virus nativos, tiene un amplio ámbito de hospedantes, incluyendo plantas silvestres y ornamentales⁷. Esto crea un gran desafío para los sistemas de cuarentena de nuestros países, ya que podría ingresar de manera inadvertida, incluso en plantas asintomáticas.

Pero, además de lo anterior, es muy poco o casi nada lo que se conoce de la epidemiología de los geminivirus nativos. Es decir, casi no hay estudios sobre parámetros críticos de la relación vector-virus, tales como los tiempos de adquisición/inoculación, incubación extrínseca e intrínseca y de retención de los virus; la proporción de insectos virulíferos, así como sus tasas de alimentación, inmigración, reproducción y mortalidad, y las condiciones del cultivo, como su susceptibilidad (período crítico), su densidad de siembra y arreglos espaciales (Anderson 1993). Dichos parámetros permitirían precisar mejor el tipo de estrategia por seguir para el manejo del vector y los virus que transmite.

⁴ Karkashian, J. 2002. CIBCM, Universidad de Costa Rica (comunicación personal).

⁵ Polston, JE. 2003. Bradenton, University of Florida (comunicación personal).

⁶ Brown, JK. 1999. Tucson, University of Arizona (comunicación personal).

⁷ Polston, JE. 2003. Bradenton, University of Florida (comunicación personal).

No obstante, la amplia y continua expansión tanto del biotipo B como del TYLCV pareciera conducirnos a una especie de anulación de la diversidad intrínseca de los patosistemas agrícolas del continente, debido al desplazamiento de los biotipos y los geminivirus nativos. Es decir, aún antes de haber podido estudiar y entender a cabalidad los patosistemas originales, hay un fuerte riesgo de simplificación, que conduciría a la unificación de los sistemas de manejo.



Figura 3. Planta de tomate afectada por el virus del rizado amarillo de la hoja del tomate (TYLCV), con flores reseca y abortadas, en la República Dominicana. Foto cortesía del Dr. Phil Stansly.

4. ¿Podrían surgir problemas inusitados?

El hecho de contar con insecticidas eficaces ha hecho que los agricultores perciban que la crisis de años anteriores ya fue superada. Sin embargo, este triunfalismo podría quedar anulado por otros factores, aparte del riesgo de resistencia a dichos insecticidas. Al respecto, cabe advertir que tanto los dos componentes del complejo *B. tabaci*-virus como sus interacciones con los hospedantes son dinámicos y evolucionan continuamente, por lo que pueden dar origen a situaciones fitosanitarias nuevas, que podrían ser de difícil manejo. Tres ejemplos recientes, y hasta dramáticos, ilustran esta situación.

En Bahía (Brasil), en 2001 se observaron poblaciones muy altas de un biotipo desconocido de *B. tabaci* (diferente del B) en maracuyá (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*), un hospedante nuevo (Fig. 4), asociadas con dos virus, el *passion fruit woodiness virus* (PWV) y

un begomovirus (Yuki *et al.* 2002). Curiosamente, en la región de São Paulo, donde abunda el biotipo B, este no coloniza maracuyá y, además, cuando se trató de que transmitiera el begomovirus experimentalmente, no lo hizo. Es decir, hay relaciones nuevas entre biotipos, virus y hospedantes, previamente desconocidas.

Otro caso ilustrativo fue la aparición de una severa geminivrosis en melón en Zacapa (Guatemala) en 2001. Esto fue algo insólito pues, aunque antes se habían detectado geminivirus en melón en América Central⁸, nunca se habían observado epidemias. En el área citada, más de 1000 ha afectadas por la virosis debieron arrancarse⁹; en una sola empresa se eliminaron 246 ha. En general, donde no se arrancaron las parcelas, las aplicaciones de insecticidas aumentaron de 18 a 30 y, aun así, los rendimientos disminuyeron de 1200 a 700 cajas/ha (de 19800 a 11550 kg/ha), obteniéndose además un producto de baja calidad.

Finalmente, en Río Grande do Norte y Ceará (Brasil), donde hay un área de unas 6000 ha de melón, gran parte resultó seriamente dañada por virus transmitido por el biotipo B (Fernandes y de Ávila 2002) durante las temporadas de 1999 y 2000 (Fig. 5). Un primer análisis molecular indica que se trata de un virus perteneciente a la familia *Closteroviridae*, del género *Crinivirus*, pero aún faltan análisis que podrían revelar la presencia de otros tipos de virus.

Estos tres casos demuestran que, si se desestimulan los esfuerzos por conocer y entender mejor la bioecología de los diferentes biotipos de *B. tabaci*, así como la epidemiología de los virus implicados, en los próximos años podríamos estar enfrentados a numerosas sorpresas emergidas de esta caja de Pandora y, lamentablemente, el precio económico y ambiental podría ser muy alto, como en los dos casos reseñados para el melón.



Figura 4. Hojas de maracuyá infestadas por altas poblaciones de *B. tabaci* (A) y síntomas de begomovirus en maracuyá (B), en Bahía, Brasil. Foto cortesía del Dr. Valdir Yuki.

⁸ Ramírez P. 2001. CIBCM, Universidad de Costa Rica (comunicación personal).

⁹ Rodríguez C. 2001. Del Monte Specialties (comunicación personal).



Figura 5. Plantas de melón con síntomas de virosis (A) y campo de melón afectado por virosis (B), en Ceará, Brasil. Foto cortesía del Dr. Odair Fernandes.

5. ¿Aporta el combate químico una solución duradera al problema?

Cuando los problemas con *B. tabaci* recrudecieron en los años 80 y 90, los agricultores recurrieron a insecticidas de amplio espectro (piretroides, organofosforados, carbamatos, organoclorados, y algunas mezclas de productos), pero pronto fue evidente que no funcionaban.

Es posible que, además de la existencia de estirpes resistentes a productos específicos, también hubiera resistencia cruzada (a productos con modos de acción afines), como lo sugiere el caso, muy bien documentado, del algodón en Guatemala (Dittrich *et al.* 1990). Hasta 1987, *B. tabaci* desarrolló resistencia a 16 insecticidas de diferente origen químico, y alcanzó niveles de resistencia de 900 veces para la bifentrina y la cialotrina, y de 2000 veces para el quinalfós y la deltametrina. En esto contribuyeron la brevedad del ciclo de vida de *B. tabaci*, su gran plasticidad genética, y posiblemente el hecho de presentar partenogénesis facultativa.

Por fortuna, aparecieron insecticidas con nuevos modos de acción. Entre ellos destacó inicialmente el imidacloprid (Admire®, Confidor®, Gaucho®, Marathon®, Merit® y Provado®), seguido por otros productos afines, como el acetamiprid (Assail®, Mospilan® y Rescate®), thiamethoxám (Actara®, Cruiser® y Platinum®), nitenpyrám (Bestguard®) y thiacloprid (Calypso®). Todos estos neonicotinoides son neurotoxinas que actúan en los receptores de la acetilcolina en las neuronas del insecto, y funcionan sistémicamente en la planta. Asimismo, se ha contado

con varios reguladores del crecimiento, de los cuales la buprofezina (Applaud®) es un inhibidor de la síntesis de quitina, mientras que el piriproxifén (Admiral®, Knack® y Tiger) es un imitador de la hormona juvenil (Horowitz e Ishaaya 1996, Palumbo *et al.* 2001).

Sin duda alguna, estos productos han sido claves para restablecer la confianza de los agricultores en varios países del mundo —incluyendo los latinoamericanos— en la viabilidad del manejo del complejo *B. tabaci*-virus. Asimismo, estos productos son bastante selectivos para homópteros y relativamente inocuos para los enemigos naturales (Palumbo *et al.* 2001). En países desarrollados, se han utilizado generalmente con base en umbrales de acción, para aumentar así su eficacia y reducir el riesgo de resistencia.

No obstante, *B. tabaci* tiene la capacidad de desarrollar resistencia a todos ellos, como a casi cualquier insecticida que se utilice de manera intensiva. En la actualidad ya hay evidencias de resistencia para todos los productos citados, en varios sistemas agrícolas de Europa, Norteamérica e Israel (Palumbo *et al.* 2001). Esto crea un riesgo serio de que los éxitos alcanzados se reviertan, y se disponga de muy pocas o ninguna opción química para enfrentar el problema.

6. ¿Cuán eficaces son otros métodos de manejo?

En los tiempos modernos, los esfuerzos en fitoprotección se guían por el paradigma del manejo integrado de plagas (MIP), el cual se sustenta en tres principios: convivencia, prevención y sostenibilidad (Hilje 2001). Estos se tratan de aplicar en las diferentes tácticas de

manejo, como (además del combate químico selectivo) el combate fitogenético, las prácticas agrícolas y el control biológico.

En la literatura mundial abundan los casos exitosos con varias de estas tácticas (Cock 1986, Ohnesorge y Gerling 1986, Gerling 1990, Gerling y Mayer 1996, Naranjo y Ellsworth 2001). En América Latina y el Caribe, gran parte de la investigación realizada ha sido de tipo adaptativo, capitalizando las experiencias de otras regiones del mundo. Sin embargo, la mayor parte de dichas experiencias proviene de los EUA, donde los problemas se deben sobre todo al daño directo de *B. tabaci* y no a los virus que transmite, lo cual ha obligado a realizar investigación original, en ciertos casos.

En relación con los logros alcanzados en América Central y el Caribe, en el último decenio se han hecho unas 410 contribuciones científico-técnicas, la mayoría sobre métodos de manejo, entre las cuales sobresalen los siguientes aportes técnicos, desarrollados con mayor detalle en Hilje (2002).

Campañas fitosanitarias. Al respecto destacan los ejemplos de República Dominicana, México y Cuba, donde se han implementado sólidas campañas fitosanitarias, sustentadas en normas jurídicas y basadas en la organización y participación de los productores (Fig. 6).



Figura 6. Rótulo publicitario de la campaña fitosanitaria basada en vedas y fechas de siembra, en la República Dominicana. Foto cortesía del Ing. Augusto Villar.

Cultivares tolerantes. En años previos, se realizaron valiosos esfuerzos en el combate fitogenético del complejo mosca blanca-virus en frijol y tomate, gracias a los esfuerzos de las redes PROFRIJOL (coordinada por el CIAT, en Colombia) y REDCAHOR (Red Colaborativa de Investigación y Desarrollo en Hortalizas para América Central y República Dominicana), esta última inexistente hoy. El esfuerzo más notorio actualmente es un programa colaborativo en Guatemala, con el apoyo de varias instituciones de Israel, EUA y Francia, el cual ya cuenta con líneas promisorias, tolerantes a varios geminivirus nativos (Fig. 7), derivadas de *Lycopersicon hirsutum*, *L. peruvianum* y *L. pimpinellifolium* como fuentes de resistencia al TYLCV¹⁰.



Figura 7. Línea de tomate experimental (175-1), seleccionada en la F₂ de un híbrido del cruce entre dos líneas resistentes, la cual es tolerante a geminivirus nativos en Guatemala, como lo muestran la ausencia de síntomas en el follaje, así como su buen rendimiento. Foto cortesía del Dr. Luis Mejía.

Semilleros cubiertos. Esta práctica ha tenido mucho éxito y, en la actualidad, en varios países de América Central y el Caribe es común la producción comercial de plántulas en grandes invernaderos (Fig. 8), motivada por los problemas causados por el complejo mosca blanca-virus. Además, en vez de comprar plántulas provenientes de dichos invernaderos, muchos pequeños agricultores producen sus propias plántulas, colocadas dentro de pequeños túneles cubiertos con malla fina (Tildenet IN50 o Biorete 20/10).

¹⁰ Mejía, L. 2002. Universidad de San Carlos (comunicación personal).



Figura 8. Producción comercial de plántulas de tomate en grandes invernaderos en Comayagua, Honduras.

Coberturas al suelo. Las coberturas con plásticos plateados o blancos, que actúan como un repelente físico de *B. tabaci*, se utilizan a escala comercial en varios países de la región, sobre todo para melón y sandía, aunque también para tomate y chile dulce. Una opción para pequeños productores son las coberturas vivas, entre las cuales sobresale el culantro (*Coriandrum sativum*, Umbelliferae), ya que disminuye la afluencia de adultos de *B. tabaci*, así como la incidencia y severidad de enfermedades virales, y es rentable, pues además de mejorar los rendimientos *per se*, la venta del culantro genera ingresos adicionales.

Sustancias repelentes/disuasivas. Se ha documentado el efecto disuasivo de algunos aceites minerales (Volck 100 Neutral y Sunspray Oil) y vegetales (nim y Cinnamite), así como de varios extractos de plantas silvestres (en Costa Rica se han evaluado más de 60 extractos), los cuales podrían utilizarse de manera rústica, especialmente en sistemas de pequeños productores. Entre los más eficaces y comunes sobresalen el madero negro (*Gliricidia sepium*, Fabaceae), apazote (*Chenopodium ambrosioides*, Chenopodiaceae), sorosí (*Momordica charantia*, Cucurbitaceae) y hombre grande (*Quassia amara*, Simaroubaceae).

7. ¿Son adecuados los conceptos y métodos de transferencia de tecnología?

La validación y transferencia de tecnologías para el manejo del complejo *B. tabaci*-virus se ha efectuado con bastante éxito en todos los países de América Latina y el Caribe. Esto ha permitido un cambio en la

mentalidad y en las prácticas de los agricultores, quienes, a diferencia de cuando comenzó el problema con dicho complejo y recurrían al uso de insecticidas de amplio espectro, han sido más conscientes y cuidadosos. A pesar de que en años recientes la transferencia ha perdido fuerza, por la percepción errónea de que la crisis ya fue superada, hoy se cuenta con fortalezas para enfrentar situaciones inéditas.

En América Latina y el Caribe se han realizado aportes valiosos en cuanto a la validación y transferencia de tecnologías de MIP, no solamente en los campos de los agricultores, sino también en aspectos conceptuales y metodológicos. Por ejemplo, en Nicaragua, en contraposición con los métodos de extensión convencionales, se ha desarrollado un modelo de investigación participativa (y también de capacitación y aprendizaje), el cual ha utilizado el manejo del complejo mosca blanca-virus como uno de sus temas de trabajo (Zamora *et al.* 2001).

En dicho proceso participativo, los productores se involucran desde el inicio en la generación de tecnologías realmente compatibles con su sistema de producción y, a la vez, durante el proceso aumenta su autonomía y confianza, al incrementarse su capacidad para tomar decisiones y razonar ecológicamente, de modo que en el futuro puedan innovar en su sistema, independientemente de la presencia de extensionistas en su zona.

Dado que los métodos convencionales de extensión han demostrado ser poco funcionales en programas de MIP, creemos urgente involucrar a los productores mediante métodos de investigación participativa —como los descritos previamente—, para así garantizar la adopción e implementación de los programas de MIP en el combate del complejo mosca blanca-virus.

8. ¿Cuán importante ha sido el papel de las redes de colaboración?

Para abordar un problema tan difícil como el del complejo mosca blanca-virus, es imprescindible el trabajo interdisciplinario, con los enfoques y métodos de varias ramas de las ciencias biológicas (taxonomía, biología, ecología, virología, epidemiología, microbiología y agronomía), así como de las ciencias sociales (economía, sociología y antropología). Pero, a la vez, la dimensión internacional no puede ni debe ser soslayada.

En nuestro continente, la primera iniciativa al respecto fue el establecimiento del *Plan Nacional de Investigación y Acción sobre B. tabaci*, en los EUA, en

febrero de 1992, con un plazo quinquenal. No obstante, éste se ha extendido ya por más de un decenio, y su coordinación funciona mediante grupos temáticos de trabajo y reuniones técnicas de carácter anual (Henneberry *et al.* 2002).

Este fue un excelente estímulo para que en agosto de 1992 se realizara el *Primer Taller Centroamericano y del Caribe sobre Moscas Blancas*, en el CATIE, en Turrialba, Costa Rica. En dicho evento se configuró el *Plan de Acción Regional para el Manejo de las Moscas Blancas*, cuyo propósito era coordinar esfuerzos entre países a través de una red de Comisiones Nacionales o Grupos Técnicos en cada país (Hilje 1998). Su eje estratégico es la validación y transferencia, hacia los agricultores, de tecnologías de manejo integrado (MIP) del complejo mosca blanca-virus, complementadas con actividades de diagnóstico, investigación y capacitación.

Hasta ahora, a pesar de no contar con financiamiento sólido ni permanente, la Red ha logrado importantes avances, entre los que sobresale la ampliación de su cobertura (de 7 a 21 países, incluyendo España y Portugal), por lo que ahora se denomina *Plan de Acción para el Manejo de Moscas Blancas y Geminivirus en Iberoamérica y el Caribe*. Procura que se comparta información técnica y experiencias prácticas, mediante un Taller Anual —que se realiza de manera rotativa entre los países— y el boletín trimestral *Mosca Blanca al Día*, publicado en esta revista, así como la comunicación permanente mediante correo electrónico. Además, se cuenta con un portal en internet (www.catie.ac.cr/moscablanca), donde aparece gran parte de la información generada desde la creación de la Red.

Desde entonces, la Red ha mantenido una estrecha relación con otras iniciativas continentales y mundiales. En el primer caso, hay buenos vínculos con el *Plan Nacional de Investigación y Acción sobre B. tabaci*, de los EUA, así como con el Proyecto Mosca Blanca-CIAT (*Sustainable Integrated Management of Whiteflies as Pest and Vectors of Plant Viruses in the Tropics*). En el plano mundial, también hay muy buenos vínculos con el *International Whitefly Studies Network* (IWSN).

Sin duda, estas relaciones, fortalecidas a través de congresos continentales y mundiales, aseguran la disponibilidad casi inmediata de información técnica reciente, para beneficio de los técnicos y los agricultores del continente.

Agradecimientos

A los colegas y los agricultores que han colaborado en el último decenio, con sus ideas, consejos e información, en todo nuestro continente. A los siguientes colegas, que aportaron valiosa información para la presente ponencia: Judith K. Brown y Rafael Caballero (University of Arizona, Tucson), James Karkashian y Pilar Ramírez (Centro de Investigación en Biología Celular y Molecular, Universidad de Costa Rica), Luis Mejía (Universidad de San Carlos, Guatemala), Steven E. Naranjo (USDA, Arizona), Jane E. Polston (University of Florida, Bradenton), Carlos Rodríguez (Del Monte Specialties, Costa Rica), Mariana Viscarret (Argentina), Oscar Barea y Juan Vallejos (Bolivia), Pedro Mondaca (Chile), Wayne McLaughlin (Jamaica) y Jorge Paullier (Uruguay).

Literatura citada

- Anderson, PK. 1993. Un modelo para la investigación en mosca blanca, *Bemisia tabaci* (Gennadius). In Hilje, L; Arboleda, O. eds. Las moscas blancas (Homoptera: Aleyrodidae) en América Central y el Caribe. Turrialba, CR, CATIE. 66 p. (Serie Técnica. Informe Técnico no. 205).
- Bink-Moenen, RM; Mound, LA. 1990. Whiteflies: Diversity, biosystematics and evolutionary patterns. In Gerling, D. ed. Whiteflies: Their bionomics, pest status and management. New Castle, UK, Atheneum Press. p. 1-12.
- Blanco-Metzler, H; Laprade, S. 2000. Variación estacional de la mosca blanca *Aleurodicus dispersus* y sus parasitoides en plantaciones de banano, en Matina, Costa Rica. Manejo Integrado de Plagas 55: 43-48.
- Brown, JK. 1993. 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. (Serie Técnica. Informe Técnico no. 205).
- _____. 1994. Current status of *Bemisia tabaci* as a plant pest and virus vector in agroecosystems worldwide. FAO Plant Protection Bulletin 42(1-2): 3-32.
- _____; Bird, J. 1992. Whitefly-transmitted geminiviruses in the Americas and the Caribbean Basin: Past and present. Plant Disease 76: 220-225.
- _____; Bedford, ID; Bird, J; Costa, HS; Frohlich, DR; Markham, PG. 1995. Characterization and distribution of esterase electromorphs in the whitefly, *Bemisia tabaci* (Genn.) (Homoptera: Aleyrodidae). Biochemical Genetics 33:205-213.
- Brown, S; McLaughlin, W; Torres Jerez, I; Brown, JK. 2002. Identification and distribution of *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Homoptera: Aleyrodidae) haplotypes in Jamaica. Tropical Agriculture (Trinidad) 79:3.
- Caballero, R. 1996. Identificación de moscas blancas. In Hilje, L. ed. Metodologías para el estudio y manejo de moscas blancas y geminivirus. CATIE. Turrialba, CR. p. 1-10. (Serie Materiales de Enseñanza no. 37).
- Cock, MJW. (ed.). 1986. *Bemisia tabaci*- A literature survey. Silwood Park, UK, CAB International Institute for Biological Control. 121 p.
- Costa, HS; Ullman, DE; Johnson, MW; Tabashnik, BE. 1993. Association between *Bemisia tabaci* density and reduced growth, yellowing, and stem blanching of lettuce and kai choy. Plant Disease 77(10): 969-972.

- Chang, R. 2000. Informe de Panamá. In Taller Latinoamericano y del Caribe sobre Moscas Blancas y Geminivirus (9, Panamá, 2000). Informe. Panamá. p. 167-169.
- DeBarro, PJ; Driver, F. 1997. Use of RAPD PCR to distinguish the B biotype from other biotypes of *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae). Australian Journal of Entomology 36: 149-152.
- Dittrich, V; UK, S; Ernst, GH. 1990. Chemical control and insecticide resistance of whiteflies. In Gerling, D. ed. Whiteflies: Their bionomics, pest status and management. New Castle, UK, Athenaeum Press. p. 263-285.
- Fernandes, OA; De Ávila, AC. 2002. Epidemia viral en melón. Manejo Integrado de Plagas 65: Mosca Blanca al Día no. 40.
- García, J; López-Ávila, A. 2000. Informe de Colombia. In Taller Latinoamericano y del Caribe sobre Moscas Blancas y Geminivirus (9, Panamá, 2000). Informe. Panamá. p. 179-183.
- Gerling, D. (ed.). 1990. Whiteflies: Their bionomics, pest status and management. New Castle, UK, Athenaeum Press. 348 p.
- _____; Mayer, RT. (eds.). 1996. *Bemisia* 1995: Taxonomy, biology, damage, control and management. United Kingdom, Intercept. 702 p.
- Haji, FNP; Lima, MF; Barbosa, FR; De Alencar, JA; Oliveira, MRV; Araújo, LHA; Bleicher, E; Da Silva, PHS; Da S. Carneiro, J. 2000. Relatório do Brasil. In Taller Latinoamericano y del Caribe sobre Moscas Blancas y Geminivirus (9, Panamá, 2000). Informe. Panamá. p. 187-191.
- Henneberry, TJ; Faust, RM; Jones, WA; Perring, TM. (eds.). 2002. Silverleaf Whitefly: National Research, Action, and Technology Transfer Plan: Fourth Annual Review of the Second 5-Year Plan and Final Report for 1992-2002. San Diego, California, U.S. Department of Agriculture. 438 p.
- Hilje, L. 1996. Introducción. In Hilje, L. ed. Metodologías para el estudio y manejo de moscas blancas y geminivirus. Turrialba, CR, CATIE. p. 7-15. (Serie Materiales de Enseñanza no. 37).
- _____. 1998. Un modelo de colaboración agrícola internacional para el manejo de moscas blancas y geminivirus en América Latina y el Caribe. Manejo Integrado de Plagas 49: 1-9.
- _____. 2001. Avances hacia el manejo sostenible del complejo *Bemisia tabaci*-geminivirus en tomate, en Costa Rica. Manejo Integrado de Plagas 61: 70-81.
- _____. 2002. Manejo de *Bemisia tabaci* en América Central y el Caribe: la experiencia de un decenio. Manejo Integrado de Plagas 65: 102-108.
- _____; Ramírez, P; Sibaja, G. 2000. Informe de Costa Rica. In Taller Latinoamericano y del Caribe sobre Moscas Blancas y Geminivirus (9, Panamá, 2000). Informe. Panamá. p. 163-166.
- Horowitz, AR; Ishaaya, I. 1996. Chemical control of *Bemisia*-Management and applications. In Gerling, D; Mayer, RT. eds. *Bemisia* 1995: Taxonomy, biology, damage, control and management. United Kingdom, Intercept. p. 537-556.
- Taller Latinoamericano y del Caribe sobre Moscas Blancas y Geminivirus (9, Panamá). 2000. Informes nacionales. Ed. L. Hilje. Panamá. Disponible en www.catie.ac.cr/moscablanca.
- Karkashian, JP; Nakhla, MK; Maxwell, DP; Hilje, L; Ramírez, P. 1998. Enhanced symptom severity in mixed infections of two tomato-infecting geminiviruses in Costa Rica. In Taller Latinoamericano y del Caribe sobre Moscas Blancas y Geminivirus (7, Managua, NI). p. 204.
- Markham, PG; Bedford, ID; Liu, S; Frolich, DR; Rosell, R; Brown, JK. 1996. The transmission of geminiviruses by biotypes of *Bemisia tabaci* (Gennadius). In Gerling, D; Mayer, RT. eds. *Bemisia* 1995: Taxonomy, biology, damage, control and management. United Kingdom, Intercept. p. 69-75.
- Mejía, L; Palmieri, M; Dardon, D. 2000. Informe de Guatemala. In IX Taller Latinoamericano y del Caribe sobre Moscas Blancas y Geminivirus (9, Panamá, 2000). Informe. Panamá. p. 148-151.
- Naranjo, SE; Ellsworth, PC. 2001. Challenges and opportunities for pest management of *Bemisia* in the New Century. Special issue. Crop Protection 20(9): 707-869.
- Ohnesorge, B; Gerling, D. (eds.). 1986. *Bemisia tabaci*- Ecology and control. Special issue. Agriculture, Ecosystems and Environment 17: 1-152.
- Oliveira, MRV; Henneberry, TJ; Anderson, P. 2001. History, current status, and collaborative research projects for *Bemisia tabaci*. Crop Protection 20(9): 709-723.
- Palumbo, JC; Horowitz, AR; Prabhaker, N. 2001. Insecticidal control and resistance management for *Bemisia tabaci*. Crop Protection 20(9): 739-765.
- Pantoja, A; Cabrera, I. 2000. Informe de Puerto Rico. In Taller Latinoamericano y del Caribe sobre Moscas Blancas y Geminivirus (9, Panamá, 2000). Informe. Panamá. p. 176-178.
- Perring, TM. 1996. Biological differences of two species of *Bemisia* that contribute to adaptive advantage. In Gerling, D; Mayer, RT. eds. *Bemisia* 1995: Taxonomy, biology, damage, control and management. United Kingdom, Intercept. p. 1-16.
- _____. 2001. The *Bemisia tabaci* species concept. Crop Protection 20(9): 725-737.
- Polston, JE; Anderson, PK. 1997. The emergence of whitefly-transmitted geminiviruses in tomato in the Western Hemisphere. Plant Disease 81(12): 1358-1369.
- Rivera-Bustamante, R. 1995. Recombinación de geminivirus y sus implicaciones en la agricultura. In Taller Latinoamericano sobre Moscas Blancas y Geminivirus (4). Memoria. Eds. R. Caballero; A. Pitty. Ceiba (Honduras) 36(1): 99-102.
- Salas, J; Arnal, E. 2001. *Bemisia tabaci* (Gennadius 1889) biotipo B, primer reporte en Venezuela a través de RAPD-PCR. Entomotrópica 16(3): 181-185.
- Schuster, DJ; Stansly, PA; Polston, JE. 1996. Expressions of plant damage of *Bemisia*. In Gerling, D; Mayer, RT. eds. *Bemisia* 1995: Taxonomy, biology, damage control and management. Andover, UK, Hants. p. 153-165.
- Sermeño, JM; Serrano, L. 2000. Informe de El Salvador. In Taller Latinoamericano y del Caribe sobre Moscas Blancas y Geminivirus (9, Panamá, 2000). Informe. Panamá. p. 152-156.
- Shapiro, JP. 1996. Insect-plant interactions and expression of disorders induced by the silverleaf whitefly, *Bemisia argentifolii*. In Gerling, D; Mayer, RT. eds. *Bemisia* 1995: Taxonomy, biology, damage, control and management. United Kingdom, Intercept. p. 167-177.
- Torres, C; Martínez, JL; Ramírez, JC. 2000. Informe de México. In Taller Latinoamericano y del Caribe sobre Moscas Blancas y Geminivirus (9, Panamá, 2000). Informe. Panamá. p. 144-147.
- Valarezo, O; Arias de López, M. 2000. Informe de Ecuador. In Taller Latinoamericano y del Caribe sobre Moscas Blancas y Geminivirus (9, Panamá, 2000). Informe. Panamá. p. 192-193.
- Valencia, L; Mujica, N; Cisneros, F. 2000. Informe de Perú. In Taller Latinoamericano y del Caribe sobre Moscas Blancas y Geminivirus (9, Panamá, 2000). Informe. Panamá. p. 194-198.
- Vázquez, LL; Gómez, O; González, G; Quiñones, M. 2000. Informe de Cuba. In Taller Latinoamericano y del Caribe sobre Moscas Blancas y Geminivirus (9, Panamá, 2000). Informe. Panamá. p. 170-172.

- Villar, A; Álvarez, P; Escarramás, V; Gómez, E. 2000. Informe de la República Dominicana. *In* Taller Latinoamericano y del Caribe sobre Moscas Blancas y Geminivirus (9, Panamá, 2000). Informe. Panamá. p. 173-175.
- Viscarret, MM; Torres-Jerez, I; Agostini de Manero, E; López, SN; Botto, EE; Brown, JK. 2003. Characterization of non-B biotype populations of the *Bemisia tabaci* (Genn.) (Hemiptera/ Homoptera: Aleyrodidae) species complex from Argentina and Bolivia and first report of the B type in Argentina. *Annals of the Entomological Society of America* 96(1): 65-72.
- Yokomi, RK; Hoelmer, KA; Osborne, LS. 1990. Relationship between the sweetpotato whitefly and the squash silverleaf disorder. *Phytopathology* 80(10): 895-900.
- Yuki, VA; Novaes, QS; São José, AR; Rezende, JAM; Kitajima, EW. 2002. Un begomovirus en maracuyá. *Manejo Integrado de Plagas* 64: Mosca Blanca al Día no. 39.
- Zamora, M; Padilla, D; Sediles, A; Monterrey, J; Castillo, P. 2001. Informe de Nicaragua. *In* Taller Iberoamericano y del Caribe sobre Moscas Blancas y Geminivirus (10, Varadero, CU). *Resúmenes. Cuba.* p. 190-197.

Biología e controle biológico de *Orthezia praelonga*

Roberto Cesnik¹
José Maria Guzman Ferraz²

RESUMEN. Biología y control biológico de *Orthezia praelonga*. Este trabajo tiene como objetivo divulgar investigaciones de combate biológico, desarrolladas con *Orthezia praelonga* Douglas 1891, por medio del empleo del agente entomopatogénico *Colletotrichum gloeosporioides* Penz., aislado de la propia *Orthezia*. Se presentan los resultados de un control de hasta 80 a 90%, 70 días después de asperjar el hongo, realizado en huertos comerciales con pleno éxito, por medio de una sola aplicación de un litro de inóculo de *C. gloeosporioides* en la concentración de $1,34 \times 10^6$ esporas/ml por planta intensamente infestada con *O. praelonga*.

Palabras clave: *Orthezia praelonga*, *Colletotrichum gloeosporioides*, control biológico, cítricos.

ABSTRACT. *Orthezia praelonga*: biology and biological control. This paper describes the biological control of *Orthezia praelonga* Douglas 1891 with the entomopathogenic fungi *Colletotrichum gloeosporioides* Penz., isolated from *O. praelonga*, and shows the optimum results obtained with a single spraying of an average volume of one liter of a suspension of $1,34 \times 10^6$ /ml of *C. gloeosporioides* per tree. This paper discusses the success rate of *O. praelonga* control, which has varied between 80 and 90% 70 days after spraying the fungae.

Key words: *Orthezia praelonga*, *Colletotrichum gloeosporioides*, biocontrol, citrus.

Introdução

A *Orthezia praelonga* é uma cochonilha sem carapaça, de coloração branca, denominada vulgarmente de 'piolho branco' ou simplesmente, de 'ortézia'. Ela está assim classificada: Filo: Artropoda, Classe: Insecta, Ordem: Hemiptera, Sub-ordem: Sternorrhyncha, Família: Ortheziidae.

Essa cochonilha tem causado inúmeros prejuízos à cultura dos citros, nas regiões citrícolas brasileiras dos estados do Rio de Janeiro, São Paulo e Sergipe, apesar de sua ocorrência ter sido constatada na maior parte do território brasileiro.

O primeiro surto de *O. praelonga* em plantas cítricas no Brasil, foi constatado por Robbs (1947) no Estado do Rio de Janeiro. Em 1973 o mesmo autor registrou vários focos desse inseto, no Estado de Sergipe (Robbs 1973).

Em São Paulo, ela foi encontrada pela primeira vez, em 1978, na cidade de Severínea (Prates & Pinto 1985). Em 1985, esses mesmos autores, profetizaram que a ortézia era uma praga em potencial da

citricultura. Atualmente tem-se conhecimento que esse inseto está presente em mais de um milhão de plantas cítricas, somente no Estado de São Paulo.

Em épocas passadas, afirmou-se que a ortézia se estabelecia em um pomar através de plantas ornamentais introduzidas na propriedade. Entretanto, temos verificado que, o maior responsável por sua disseminação é o próprio operário que, ao colher os frutos de uma planta infestada leva o inseto, dessa planta, para plantas sadias. Isto se caracteriza pela constatação da distribuição das plantas com ortézia, nos pomares infestados. Não se descarta porém a possibilidade dessa praga ser disseminada também pelo vento, por pássaros e por certas espécies de formigas que se alimentam do líquido açucarado excretado pela ortézia.

A baixa eficiência do controle biológico natural é correlacionada com uma contínua aplicação de produtos químicos que reduzem a população de inimigos naturais com potencial de controlar essa

¹ ESALQ-USP, Piracicaba, SP, Brasil. cesnik@cnpmembrapa.br

² UNICAMP, Campinas, SP, Embrapa Meio Ambiente. C.P. 69, Jaguariúna, SP, CEP 13820-970, Brasil.

praga, associada ao elevado número de espécies vegetais hospedeiras, nas quais a ortézia se desenvolve, são fatores, ao nosso ver, responsáveis pela alta infestação observada na maioria dos pomares.

O controle biológico desse inseto, com um fungo entomopatogênico, como é o caso do *Colletotrichum gloeosporioides*, propicia a resolução de um problema difícil de ser alcançado através da aplicação de produtos químicos.

Este trabalho tem como objetivo divulgar os resultados de pesquisas em controle biológico com *O. praelonga* Douglas, 1891, desenvolvidas na Embrapa Meio Ambiente, utilizando uma cepa entomopatogênica do fungo *C. gloeosporioides* Penz, isolado do próprio inseto.

Revisão da literatura

Biologia e morfologia da ortézia

Ovo: o ovo possui forma ovalada bem desenvolvida. É liso e inicialmente branco, passando a verde quando próximo da eclosão da ninfa. Os ovos inférteis se apresentam com uma coloração castanha.

Do 1º ao 3º instar: ao sair do ovissaco, o inseto já possui cerosidade branca que recobre o seu corpo e que aumenta de volume, com o início da alimentação. A diferença básica de um instar para outro é o aumento no tamanho e na troca das exúvias.

4º instar: nesse instar os machos apresentam o corpo com uma coloração azul claro e de comprimento maior do que o corpo da fêmea. Começam a se desenvolver também nos machos, as tecas alares e as pernas delgadas e compridas. A fêmea, nesse instar, já pode ser considerada adulta porque começa a ter o seu ovissaco desenvolvido.

Adultos: os machos possuem um par de asas hialinas, bem desenvolvidas. Os olhos são robustos e as antenas possuem 9 segmentos recobertos de espinhos delgados. O corpo é azul claro, recoberto de cera pulverulenta, apresentando na extremidade abdominal, processos cerosos longos, finos e facilmente quebradiços. As pernas são delgadas e finas.

As fêmeas apresentam o corpo recoberto por laminações ceráceas bem características apresentando

8 segmentos nas antenas. Elas são ápteras, isto é, não possuem asas e quando bem desenvolvidas medem em torno de 2,5 mm. Possuem corpo recoberto de placas de cera branca. Apresentam no dorso, duas pequenas áreas esverdeadas, sem cera. A cabeça é recoberta por duas placas salientes. Na parte posterior do corpo são encontrados diversos bastonetes alongados, de cera, que se unem para formar o ovissaco. Este, muitas vezes, chega a medir 8 mm (CATI 1997). É no interior desse ovissaco que as fêmeas alojam os ovos e as ninfas recém eclodidas.

Tanto as fêmeas como as ninfas se movimentam por toda a planta hospedeira procurando a melhor maneira de sugar a planta.

Os machos nos três primeiros estádios de vida são semelhantes às fêmeas, porém, ao completar o segundo estágio, eles se dirigem ao tronco, onde permanecem reunidos até se transformarem em adultos. Como adultos, os machos são bem definidos por possuírem duas asas e uma cauda branca alongada, formada por fios de cera que os fazem assemelhar-se a um pequeno mosquito.

A fêmea apresenta três instares ninfais e o macho quatro. É nos meses mais frios e secos do ano, com menor precipitação e de menor umidade relativa do ar, que a incidência da praga no pomar é mais intensa. Porém, a faixa de temperatura para o desenvolvimento da ortézia, situa-se em torno de 25° C, tendo como limite máximo, 38° C e como limite mínimo, 15° C.

Um estudo feito por Lima (1981) em populações de ortézia do Rio de Janeiro, RJ e de Jaboticabal, SP mostraram que cada fêmea adulta pode produzir outras 160 fêmeas por ano. Considerando-se que cada inseto tem um período de vida entre 40 e 200 dias sugando continuamente a seiva da planta e injetando nela toxinas prejudiciais, pode-se imaginar a quantidade de insetos presentes em uma árvore em um ano e a reação da planta a introdução de toxinas realizada por essa espécie de inseto de tão elevado potencial biótico.

No campo, observa-se uma grande quantidade de machos, voando ao entardecer, e copulando fêmeas existentes nas plantas infestadas. Observa-se também ninfas recém eclodidas formando colônias e alimentando-se ao redor das fêmeas que as originaram (Fig. 1).



Figura 1. Colônia de *Orthesia praelonga* em folha de citros.



Figura 2. Frutos de laranja 'Valência' de uma planta sadia e de outra infestada de *Orthesia praelonga*.

Principais danos

Os principais danos causados pela ortézia, às plantas infestadas, são decorrentes não somente da alimentação do inseto pela sucção da seiva, mas também pela introdução de toxinas prejudiciais à própria planta.

Indiretamente, os danos causados pela ortézia ocorrem pelo aparecimento da fumagina (*Capnodium* sp.), um fungo que utiliza a exudação da ortézia para sua colonização e multiplicação. A fumagina recobre as folhas da planta dificultando o seu processo de respiração, bem como a realização da fotossíntese.

A soma desses fatores responde pelo enfraquecimento da planta e a conseqüente queda das folhas e dos frutos. Os frutos produzidos, sob essas condições, se mostram pequenos (Fig. 2) em relação ao tamanho médio característico da variedade e, com baixos teores de açúcares e ácidos, tornando-os impróprios à comercialização principalmente ao comércio de fruta "in natura". A fumagina também, quando em grande quantidade, passa a ser um fator de depreciação do fruto.

Quando a planta se encontra altamente atacada, os insetos são encontrados em todas as suas partes, mormente no tronco onde se alojam os machos que saem ao entardecer para copular as fêmeas (Fig. 3).

Controle

O controle da ortézia tem desafiado os técnicos do setor. Muitos citricultores optaram por erradicar as plantas infestadas pois não obtiveram sucesso com o controle químico que pode causar intoxicações, às vezes seríssimas, nos aplicadores que no geral se encontram mal protegidos. A aplicação de agrotóxicos



Figura 3. Tronco de laranja 'Pêra' altamente atacada por *Orthesia praelonga*.

no pomar prejudica também a biota benéfica constituída de entomopatógenos, parasitóides, predadores, polinizadores e pássaros insetívoros. Além disso, os agrotóxicos podem ser carregados aos mananciais de água por chuvas fortes, provocando sérios impactos ambientais.

O controle biológico, entretanto, é uma estratégia que coloca a praga abaixo do seu nível econômico de danos. No caso específico da *O. praelonga*, ele está sendo feito através do fungo entomopatogênico, *C. gloeosporioides*. A literatura entretanto, cita outros

fungos, tais como: *Beauveria bassiana*, *B. brongniartii* e *Verticillium lecanii*. Na literatura encontra-se também, a citação de algumas espécies de insetos das famílias Miridae, Coccinellidae, Chrysopidae, Reduviidae e Drosophilidae como predadores de *O. praelonga*. Não se tem notícias porém, da criação massal desses predadores com a finalidade de controlar a *O. praelonga* e em condições naturais, nenhum deles tem capacidade de controle da ortézia.

Os pesquisadores têm buscado métodos alternativos de controlar pragas, doenças e mesmo plantas invasoras. Nesse contexto o controle biológico começou a ganhar maior importância no cenário mundial, sendo a sua utilização encorajada por políticas ambientalistas como uma alternativa aos agrotóxicos. Entre esses métodos destaca-se o emprego de fungos entomopatogênicos como é o caso do *C. gloeosporioides* isolado *Orthezia* que vem mostrando grande eficiência no controle da *O. praelonga* (Cesnik & Ferraz 2000).

Material e métodos

Uma cepa de *C. gloeosporioides* isolado de ortézias providas de folhas de *Coccoloba* sp., coletadas na Praia de Copacabana, Rio de Janeiro, teve seus esporos multiplicados e aplicados em plantas de 'Lima Ácida Taithi', que previamente se infestou com ortézia, em casa-de-vegetação. Ortézias com epizootias, resultantes dessa aplicação, foram coletadas e levadas para o Laboratório de Entomologia da Embrapa Meio Ambiente, em Jaguariúna, São Paulo, onde esses esporos foram reisolados em BDA+ estreptomocina constituindo o material entomopatogênico para os testes de infectividade em ortézia, em pomares de citros nos municípios de Arthur Nogueira e Limeira, ambos no Estado de São Paulo, Brasil.

O fungo foi multiplicado em meio líquido de BD, em fermentador New Brunswick Scientific, Modelo MF 214, em temperatura de 28°C, na rotação de 200 RPM e a 0,4 volume de ar por volume do meio e por minuto, durante 3 dias ininterruptos, conseguindo-se uma suspensão de $1,34 \times 10^7$ esporos por ml.

No campo foram selecionadas 25 plantas das seguintes variedades: laranja 'Natal' e 'Pêra' e tangerina 'Ponkan'.

Plantas dessas variedades foram identificadas e numeradas, entre outras plantas intensamente atacadas por ortézia, em pomares comerciais, com

idades variando de 8 a 12 anos. Em cada uma delas, foi feita uma amostragem de 10 folhas em cada um dos quatro quadrantes e em cada uma das seguintes alturas: 1,00; 1,40 e 1,80 m, num total de 120 folhas por árvore. Cada folha, retirada ao acaso, teve o seu lado inferior examinado e anotados os dados do número de adultos e da porcentagem de área infestada em planilhas, devidamente preparadas para isso, anotando-se ainda a data do levantamento dos dados, a concentração de esporos utilizada na suspensão aplicada e a data da aplicação. Esses dados foram anotados antes da aplicação e após 35, 70 e 110 dias da mesma. O *Colletotrichum* foi aplicado na dosagem média de um litro por planta (Fig. 4), uma só vez, através de um pulverizador de 5,0 litros de capacidade e em alto volume. Para os cálculos de análise estatística, esses dados não sofreram nenhum processo de transformação.

Foi calculada a redução do número médio de adultos por folha e a redução da porcentagem de infestação com relação aos valores observados antes da aplicação do fungo através de uma análise de variância por intermédio do SAS[®] System (SAS 1990).

As médias obtidas aos 35, 70 e 110 dias foram comparadas com a média correspondente antes da aplicação do fungo, pelo teste de Dunnett, em nível de 5% de probabilidade, utilizando-se do procedimento GLM do SAS

Desconsiderou-se as plantas testemunhas pois o fungo, pela sua infectividade, invadiu-as e controlou os insetos, nelas existentes.



Figura 4. Aplicação do fungo entomopatogênico *Colletotrichum gloeosporioides* em laranja 'Valência', Limeira, SP.

Resultados e discussão

Os resultados das respectivas análises de variância do número de insetos por folha e da porcentagem de infestações de insetos nas folhas, estão relacionadas nas Tabelas 1, 2, 3, 4, 5 e 6. De um modo geral observou-se que a variedade 'Pêra' foi a que sofreu maior intensidade de ataque de insetos por folha e, a altura de 1,80 foi a mais infestada do que as demais, tanto para o número de insetos adultos como para a porcentagem de infestação por folha. As maiores concentrações de insetos por folha, foram encontradas nos quadrantes Leste e Sul.

Observou-se uma redução significativa da porcentagem da área das folhas, infestada pela ortézia, da ordem de 66 a 84% já nos primeiros 35 dias após a aplicação do fungo entomopatogênico. O número de insetos adultos, nesse mesmo período, foi reduzido de 43 a 82%. Já aos 70 dias a redução da porcentagem da área das folhas infestada pelo inseto

foi de 80 a 96% e, a redução do número de insetos adultos variou de 85 a 96%. Após 110 dias houve uma leve reinfestação da praga (Figs. 5, 6 e 7). Observou-se uma correlação positiva significativa entre a altura da planta e a porcentagem de infestação na variedade 'Natal'. As folhas, dessa variedade, na altura de 1,80 m das plantas, apresentaram maior quantidade de insetos do que nas outras alturas. Entretanto, não houve interação entre a altura e a época de avaliação em todas as variedades. A infestação nos pontos cardeais da planta, não considerando-se a altura amostrada apresentou um comportamento muito irregular quanto a distribuição dos adultos nas diferentes variedades e também nas diferentes épocas em que foram feitos os levantamentos de campo. No que diz respeito a porcentagem média de infestação, não houve preferência do inseto para um determinado quadrante da planta.

Tabela 1. Análise de variância relativa ao número de adultos de *Orthezia praelonga* encontradas em plantas cítricas da variedade 'Natal', em três alturas e quatro quadrantes.

Causas de Variação	GL	SQ	F	Pr > F
Variedades	2	777,837447	2,03	0,1552
Resíduo	22	4215,410838		
Total	24	4993,248285		

Tabela 2. Análise de variância relativa ao número de adultos de *Orthezia praelonga* encontradas em plantas cítricas da variedade 'Pêra', em três alturas e quatro quadrantes.

Causas de Variação	GL	SQ	F	Pr > F
Variedades	2	426,824228	1,71	0,2049
Resíduo	22	2753,101224		
Total	24	3179,925452		

Tabela 3. Análise de variância relativa ao número de adultos de *Orthezia praelonga* encontradas em plantas cítricas da variedade 'Ponkan', em três alturas e quatro quadrantes.

Causas de Variação	GL	SQ	F	Pr > F
Variedades	2	4970,414248	6,03	0,0082
Resíduo	22	9064,675506		
Total	24	1435,089754		

Tabela 4. Análise de variância relativa ao percentagem de infestação de *Orthezia praelonga* encontradas em plantas cítricas da variedade 'Natal', em três alturas e quatro quadrantes.

Causas de Variação	GL	SQ	F	Pr > F
Variedades	2	302,72259826	3,26	0,0574
Resíduo	22	1020,64686268		
Total	24	1323,36946094		

Tabela 5. Análise de variância relativa ao percentagem de infestação de *Orthezia praelonga* encontradas em plantas cítricas da variedade 'Pêra', em três alturas e quatro quadrantes.

Causas de Variação	GL	SQ	F	Pr > F
Variedades	2	201,27654244	2,27	0,1269
Resíduo	22	975,17244741		
Total	24	1176,44898984		

Tabela 6. Análise de variância relativa ao percentagem de infestação de *Orthezia praelonga* encontradas em plantas cítricas da variedade 'Ponkan', em três alturas e quatro quadrantes.

Causas de Variação	GL	SQ	F	Pr > F
Variedades	2	882,45462882	8,51	0,0018
Resíduo	22	1141,14218038		
Total	24	2023,59680920		

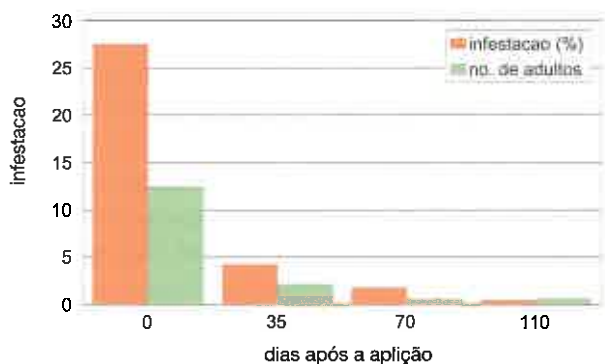


Figura 5. Percentagem média de infestação (% da área foliar) e número de adultos por 10 folhas, antes da aplicação do fungo e aos 35, 70 e 110 dias após à aplicação, na variedade Laranja 'Natal'.

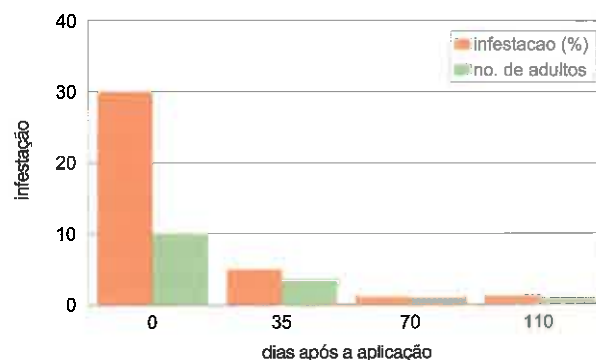


Figura 7. Percentagem média de infestação (% da área foliar) e número de adultos por 10 folhas, antes da aplicação do fungo e aos 35, 70 e 110 dias após à aplicação, na variedade de Tangerina 'Ponkan'.

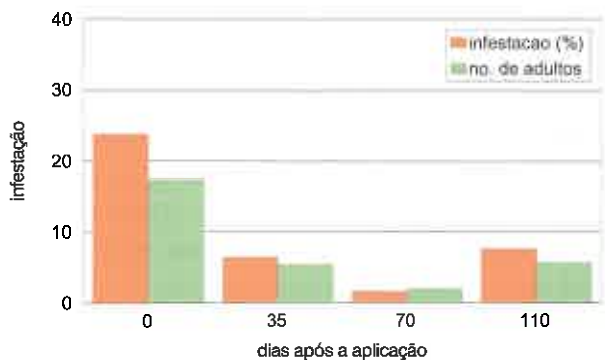


Figura 6. Percentagem média de infestação (% da área foliar) e número de adultos por 10 folhas, antes da aplicação do fungo e aos 35, 70 e 110 dias após à aplicação, na variedade de Laranja 'Pêra'.

Conclusões

O *C. gloeosporioides* atuou como um controlador eficiente da *O. praelonga*, nas variedades de laranja 'Pêra' e 'Natal' e na tangerina 'Ponkan' independentemente da posição do inseto na planta ou da altura que esse inseto ocorre na mesma, com uma só aplicação de um litro, de uma suspensão de 10^7 esporos por ml por um período de mais de 90 dias. Entretanto, recomenda-se fazer uma nova aplicação do fungo a cada 90 dias, até que a infestação da praga se estabilize em patamares abaixo do nível econômico de danos.

Agradecimento

Os autores são gratos à Dra. Aline de Holanda Nunes Maia pelas análises estatísticas.

Literatura citada

- CATI. 1997. Recomendações para o controle das principais pragas e doenças em pomares do Estado de São Paulo. Campinas. 58 p. (Boletim Técnico no. 165).
- Cesnik, R; Ferraz, JMG. 2000. *Orthezia praelonga* Douglas, 1891 (Hemiptera, *Ortheziidae*): biologia, controle químico e biológico. Jaguariúna, Embrapa Meio Ambiente. 27 p. (Embrapa Meio Ambiente. Boletim de Pesquisa no. 9).
- Lima, AF de. 1981. Bioecologia de *Orthezia praelonga* Douglas, 1891 (Homoptera, *Ortheziidae*). Dissertação de mestrado. ESALQ, Piracicaba-SP. s.p.
- Prates, HS; Pinto, WB De. 1985. S. *Orthezia praelonga* Douglas, 1891: uma praga em potencial na citricultura. Campinas, CATI. 4 p. (Comunicado Técnico).
- Robbs, CF. 1947. O piolho branco da laranja, uma ameaça da citricultura do Distrito Federal. Rio de Janeiro, BR, Boletim do Campo 3(19):1-4.
- _____. 1973. Frutíferas e hortaliças cultivadas, enfermidades e pragas nos Estados da Guanabara e Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, BR, A Lavoura 3:21-28.
- SAS. 1990. User's Guide. 4 ed. v. 2. SAS/STAT® Institute Inc. Cary, NC, US.

Procedimientos para el registro, aislamiento, mantenimiento, preservación y sistematización de una colección de hongos entomopatógenos

Maria N. Estrada V.¹
Patricia E. Vélez A.¹

Introducción

El paso inicial para comenzar una colección de microorganismos es la adquisición de las cepas, que depende del interés del centro o instituto y se realiza a través de varios mecanismos: obtención a partir de otras colecciones ya establecidas, aislamiento e identificación a partir de su lugar de origen y pase a partir de cultivos puros.

La colección de hongos entomopatógenos de Cenicafé comenzó en 1990, con el aislamiento del hongo *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin a partir de brocas recolectadas en frutos brocados en el Municipio de Ancuyá, Nariño (Vélez y Benavides 1990). Posteriormente, en 1991, ingresaron aislamientos provenientes de la Estación Experimental Tulio Ospina (Bello, Antioquia), del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), de trabajos de investigación, de solicitudes de aislamientos de otros países y muestras recolectadas en los reconocimientos de campo por el personal técnico de Cenicafé, de los Comités Departamentales de cafeteros y de otras instituciones que envían periódicamente muestras de insectos atacados por hongos para su identificación (Posada y Vélez 1997). Asimismo, ingresaron 46 aislamientos del CABI, los cuales fueron utilizados para desarrollar trabajos de investigación (Jiménez 1992).

Tomando en cuenta el valioso recurso genético representado por estos microorganismos y su poten-

cial de uso en programas de manejo integrado de insectos plagas en cultivos de importancia económica, se ha elaborado el presente estudio con el fin de suministrar información acerca de los procedimientos para el registro, aislamiento, mantenimiento, preservación y sistematización de una colección de microorganismos. Esta colección se constituye en una herramienta útil para la comunidad científica nacional e internacional, con propósitos académicos y de investigación.

Registro para el ingreso de aislamientos

La información que se obtiene de cada aislamiento se registra en un formato en el cual se incluyen la fecha, los datos del hospedante, el estadio biológico atacado, la localidad, las condiciones del ataque, campo o laboratorio, el clima predominante, el cultivo, el recolector, la persona que realizó la identificación y los métodos de preservación en laboratorio (Fig.1).

Con la información recolectada, se establecieron las condiciones de ocurrencia y distribución de los aislamientos, agrupándolos por regiones naturales, condiciones predominantes de las localidades: húmedas o secas, altitud, temperatura promedio del lugar de recolección, y método de preservación del aislamiento en condiciones de laboratorio (Posada y Vélez 1997).

La identificación de los insectos hospedantes se hizo con base en la información suministrada por el

¹ Hongos del Trópico Ltda. Cenicafé, La Granja, Chinchina, Caldas, Colombia. resvel@epm.net.co



Cenicafé

CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIONES DE CAFÉ

"Todo tiene su día"

Bo 8308

RECEPCIÓN DE MUESTRAS DE INSECTOS CON SÍNTOMAS DE ENFERMEDAD

FECHA: 11/12/98
HOJA Nº: 02

INSECTO HOSPEDERO

Hypothenemus Myndus Colletes Scolytus
Galeus Espele Cochus Parilis

LUGAR DE COLECCIÓN

Subestación Jorilla Villavieja Nuevo Julio
Piso Venda Municipio Depart.

CONDICIONES AMBIENTALES: PROMEDIO

28.4°C 72% 1576 mm 1100 mm/mo
Temperatura HR Precipitación Nieve

Café
Cultivo

COLECTADO POR: Dr. Reinoldo Cárdenas M.; en condiciones de campo.

CARACTERÍSTICAS: Grano brocado con presencia del hongo en el sitio de penetración de la broca al grano.

DIAGNÓSTICO: *Desmodium bastianii*. Bo 8308.

OBSERVACIONES: Grano atacado en estado adulto.

IDENTIFICADO POR: Dra. PATRICIA EUGENIA VÉLEZ A.

Teléfono: (02) 2220000 (PBX) Fax: (02) 224725 - (02) 220856 - (02) 221501 AA 2427 Medellín
LA BROCA DEL CAFÉ LO AMENAZA: INFORMESE

Figura 1. Registro de la recepción de muestras de insectos.

recolector sobre la especie vegetal atacada, o por la comparación con especies identificadas en la colección de referencia de insectos de Cenicafé, o empleando claves para la identificación (Posada y Vélez 1997).

Aislamiento e identificación del material biológico

Cuando el microorganismo se aísla a partir de un insecto atacado, en condiciones naturales o en condiciones de cría, se comienza por desinfectar el insecto. Para tal fin, se trata con detergente comercial Teepol Plus® (Shell S.A., Colombia) durante cinco minutos y se lava con agua destilada estéril (ADE) usando mallas de tul estériles que sirven de colador. Posteriormente, se coloca en contacto con una solución de hipoclorito de sodio al 1% (tomar 1cc de hipoclorito de sodio comercial (5,25%) y ajustar a 100 cc con agua destilada estéril) durante dos minutos y se enjuaga con ADE, utilizando de nuevo la malla de tul. Este material desinfectado se coloca en una toalla de papel para que absorba el agua residual. Es importante conocer la fragilidad del material con el fin de utilizar los tiempos de desinfección adecuados y evitar el fracaso en el aislamiento del agente causal.

Posteriormente, se siembra el material en el medio nutritivo Sabouraud-dextrosa-agar (SDA, Ref. Oxoid o Merck) con ácido láctico al 44% (1 ml por cada 100 ml de medio). Las cajas de cultivo se incuban a 22-25°C hasta la obtención del crecimiento blanco algodonoso, característico del hongo (Barnett 1998, Domsch *et al.* 1980). Se realiza la observación directa del hongo en un microscopio de luz blanca (Ref. Zeiss, Standard 25) mediante la adición de una gota de azul de lactofenol a una parte del cultivo esporulado (Vélez y Benavides 1990).

Para evitar daños en las estructuras del hongo al tomar una parte de inóculo directamente de la colonia desarrollada en el medio nutritivo, se utiliza la técnica del microcultivo, lo que permite identificar fácilmente la ontogenia de las conidias a partir de las células conidiógenas, su forma y tamaño. Para eso, se toma una parte de la colonia del microorganismo en estudio con un asa recta y se siembra por picadura en cajas de Petri con medio SDA. Una vez que el cultivo haya esporulado, al cabo de tres a cinco días, a 25°C, se corta con un bisturí flameado el bloque de agar en el cual se realizó la picadura y se lleva a una lámina portaobjeto; se agrega una gota de azul de lactofenol, se cubre con una laminilla y se observa al microscopio de luz blanca con el objetivo de 40X.

Para facilitar la observación de las estructuras del hongo al microscopio, también se recomienda el uso de la cinta transparente, un método de identificación rápido y confiable que permite observar el microorganismo directamente de la colonia desarrollada en medio enriquecido o del lugar de procedencia: insecto o material vegetal o leñoso. Para esto, se toma la cinta transparente con la ayuda de los dedos índice, colocando en contacto el reverso de la cinta con el microorganismo o la lesión causada por este en el tejido vegetal o leñoso. Posteriormente, la cinta se coloca sobre una lámina portaobjetos con azul de lactofenol y se observa al microscopio de luz blanca, con el objetivo de 40X.

Cuando se requiere el uso de técnicas que aseguren una mayor pureza genética y homogeneidad del microorganismo en estudio, se utiliza la técnica de obtención de esporas individuales, método que ofrece también una alternativa para purificar los hongos y bacterias (Tuite 1969). Una vez esporulado el cultivo del hongo en estudio, se realizan diluciones y de aquella que contenga menos cantidad de esporas, se toma el inóculo con una asa en argolla y se realiza una siem-

bra en estría, sobre las líneas guía que están previamente demarcadas por el reverso de las cajas de Petri con SDA. Al cabo de 24 horas de incubación a 25°C, se observa la espora germinada al microscopio de luz blanca y se transfiere a un medio enriquecido (Estrada *et al.* 1997).

Mantenimiento del material biológico

Los subcultivos seriados constituyen un método de mantenimiento y son un procedimiento tradicional, el cual consiste en repicar periódicamente el microorganismo a un medio de cultivo fresco y almacenar a temperaturas ambiente o entre 4 y 8°C. A partir de un cultivo puro, se toma una parte del crecimiento del hongo con un asa recta previamente flameada y se siembra por picadura en tubos de agar inclinado o en cajas con medio de cultivo; la incubación se realiza a 22-25°C.

Métodos para la preservación del material biológico

Las técnicas para el aislamiento y la preservación de microorganismos dependen de las características morfológicas y bioquímicas del agente biológico (Snell 1991, Kirsop y Doyle 1991). Existen otros factores que afectan la recuperación y el crecimiento de los mismos, tales como requerimientos nutricionales del medio de cultivo, pH y actividad del agua, la temperatura bajo la cual se almacenan y las condiciones de luz y aireación. Los métodos de preservación que reducen el metabolismo a una dormancia artificial, mediante procesos de congelación o deshidratación, parecen ser los más exitosos (Kirsop y Doyle 1991).

Para la preservación de los aislamientos identificados se utilizan metodologías recomendadas por el Instituto Micológico en Inglaterra (Smith y Onions 1994), en las cuales se asegura una baja actividad metabólica mediante un proceso de remoción gradual del contenido de agua celular, con el menor riesgo de variación en las características fisiológicas y genéticas de cada microorganismo.

La congelación en glicerol al 10% a -25°C, o criopreservación, es una técnica de preservación exitosa, porque el metabolismo está virtualmente suspendido, lo que garantiza estabilidad genética (Joshi *et al.* 1991). Para esto, se obtiene una suspensión de esporas del hongo en agua destilada más glicerol al 10% y, luego de dispensar 2 ml en viales de polipropileno, se somete a un proceso de congelación gradual. Pueden utilizarse temperaturas de congelación bajo 0°C, pero se recomienda el almacenamiento del material biológico

de -15 a -25°C para asegurar una mayor viabilidad e integridad de este a través del tiempo (Fig. 2). Con el propósito de proveer suficiente material, y asegurar un inóculo homogéneo para pruebas que se deben realizar con cierta periodicidad, se preparan suspensiones celulares de concentración conocida en glicerol al 10%, las cuales se almacenan hasta el momento de la realización de las pruebas (Valdés y Vélez 1998).

El proceso de preservación en nitrógeno líquido corresponde al mismo proceso mencionado para la preservación en glicerol al 10% (Fig. 2), con una temperatura final de almacenamiento del material biológico a -196°C, mediante el uso del nitrógeno en tanques diseñados para almacenar los viales de propileno con las suspensiones celulares.

La congelación del material biológico se debe realizar en forma gradual, y la descongelación rápidamente, mediante el calentamiento de la suspensión en baño maría a 37°C durante 15 minutos, lo que generalmente permite altas viabilidades (Heckly 1978) y evita la formación de cristales de hielo que rompen la pared celular, causando lisis o ruptura celular (Joshi *et al.* 1991).

La liofilización es un método que permite la deshidratación de la célula a través de la sublimación del hielo, y es continuada hasta obtener un bajo contenido de humedad residual, para dar lugar a un material compacto que se disuelve posteriormente con facilidad; esta técnica fue ampliamente usada en un principio con cultivos de hongos (Tello *et al.* 1991). Los crioprotectores usados para la liofilización son la leche descremada (medio comercial), suero, peptona y varios azúcares y mezclas de estos, esterilizados en autoclave a 121°C durante 10 minutos, a excepción del suero y otras sustancias sensibles al calor, que son esterilizadas por filtración (Smith y Onions 1994).

A partir del crecimiento del hongo en un tubo de ensayo, se adicionan 5 ml de leche descremada al 10% (Ref. Difco); posteriormente, se agita en vortex durante un minuto para remover las esporas y se vierten 0,5 ml en cada uno de los diez frascos viales de vidrio (capacidad de 4 cc), previamente esterilizados y rotulados. Si el crecimiento del hongo se obtiene en caja de Petri, se toma suficiente cantidad de esporas con un asa en argolla y se llevan al tubo de ensayo que contiene los cinco mililitros del crioprotector. Finalmente, se tapa cada frasco vial con un tapón de caucho estéril, de forma que el cierre no quede hermético, es

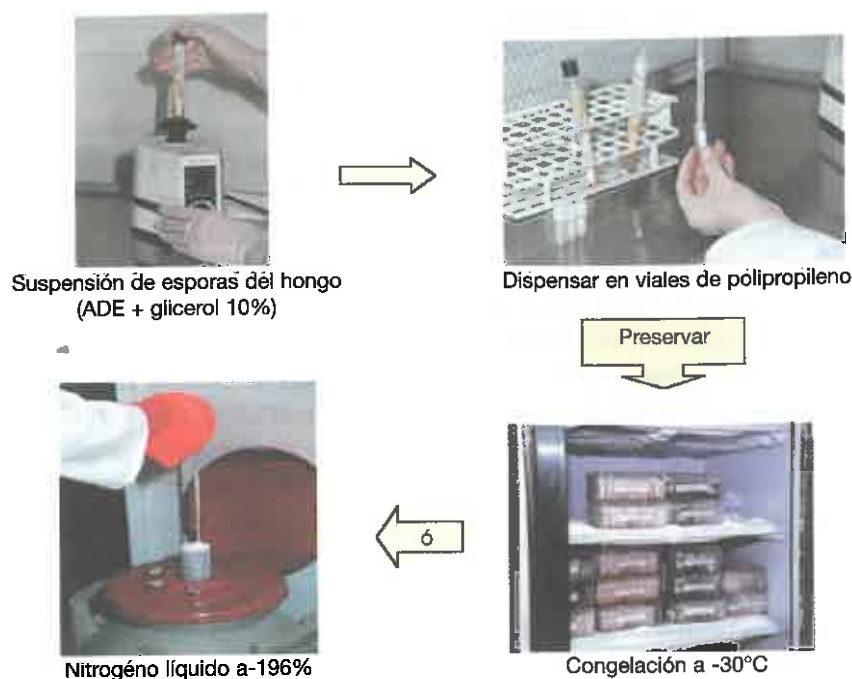


Figura 2. Procedimiento para la criopreservación de microorganismos.

decir, que los espacios del tapón queden expuestos para facilitar el intercambio de gases durante el proceso de liofilización (Fig. 3). La liofilización del material biológico se realizó en el equipo LABCONCO, con los siguientes parámetros: temperatura de congelación -35°C ; temperatura de calentamiento 12°C ; velocidad en la que ocurre la sublimación: $0,8^{\circ}\text{C}/\text{minuto}$; duración del proceso: 24 horas (Fig. 3).

Se recomienda que los frascos viales conserven el mismo tamaño, para que el sellado al vacío sea exitoso; una vez finalizado el proceso de liofilización, los frascos viales deben sellarse inmediatamente con los agrafes, para evitar que los aislamientos ganen humedad; se debe desinfectar el equipo liofilizador con detergentes como Extrán o Sanivec, antes y después de cada proceso, y no se recomienda el uso de alcohol o hipoclorito porque pueden maltratar u oxidar el equipo.

Debido a los cambios osmóticos a los cuales es sometida la espora en el proceso de la liofilización, se deben tener en cuenta el crioprotector, el rango de enfriamiento y de calor requerido durante la deshidratación, la humedad residual, el período de liofilización y

las condiciones de almacenamiento, entre otras, ya que estos factores pueden afectar la viabilidad y la estabilidad de los microorganismos (Smith y Onions 1994).

Evaluación biológica en los procesos de liofilización y criopreservación

El material biológico liofilizado se sometió a pruebas de viabilidad y contenido de humedad antes de ser almacenado a temperatura ambiente durante doce meses. El porcentaje de humedad se evaluó tomando tres frascos viales al azar y, con la ayuda de una espátula, se vertió el contenido en una bandeja; la humedad se determinó en un desecador de luz halógena (Ref. Mettler toledo), empleando dos repeticiones por lectura, con tiempos de secado de tres minutos cada uno (Fig.3).

La viabilidad de los aislamientos se evaluó adicionando 0,5 ml de agua destilada estéril o agua peptonada al frasco vial con el microorganismo liofilizado; luego de 30 minutos de hidratación, se agitó en vórtex durante un minuto y se realizó la siembra masiva en un medio enriquecido según los requerimientos del mi-

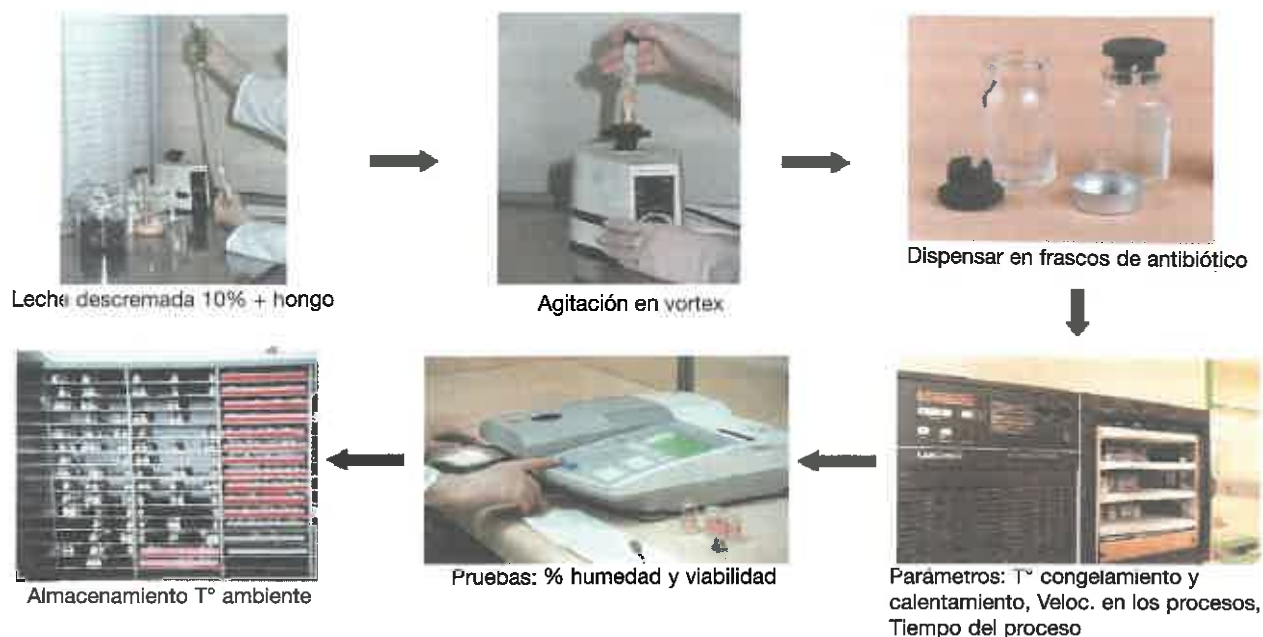


Figura 3. Procedimiento para la liofilización de microorganismos.

croorganismo por recuperar; al cabo de 5-8 días, se observó el crecimiento del microorganismo, registrando la viabilidad de la siguiente manera:

- + : Se recuperó el aislamiento (crecimiento puro y con esporulación)
- : No se recuperó el aislamiento
- d : Débil crecimiento micelial y esporulación
- c : Aislamiento contaminado

El contenido final de agua residual en el material liofilizado puede interferir en la conservación del microorganismo, causando la muerte celular o mutaciones por daño en el ADN; así, el contenido de humedad no puede ser menor del 1% ni superior al 5% (Smith y Onions 1994).

Para la recuperación o reconstitución del material biológico preservado en glicerol al 10% a temperaturas bajo cero o en nitrógeno líquido, se sometieron los aislamientos a choque térmico, durante 15-30 minutos, en baño maría a 37°C y se realizó la siembra masiva en un medio enriquecido. Es recomendable que el material que se ha sometido a choque térmico no sea congelado nuevamente, ya que en este intento la formación de cristales podría ocasionar el rompimiento de la célula.

Sistematización de la colección de hongos entomopatógenos

Considerando que la colección de Cenicafé constituye un aporte a la comunidad científica, se creó una base de datos en el programa Microsoft Access (Office 97), con toda la información concerniente al aislamiento y con un sistema de búsqueda que facilita al usuario un registro ágil y oportuno, relacionado con el hospedante, orden, familia, género y cepa, entre otras opciones.

Conclusión

La colección de hongos entomopatógenos del Cenicafé cuenta con 131 aislamientos de *B. bassiana*, 55 de *M. anisopliae*, seis de *Paecilomyces lilacinus* y uno de *Fusarium* sp. Cenicafé ha puesto este valioso recurso biológico a disposición de las diferentes instituciones que desarrollan investigación con hongos entomopatógenos, así como también a instituciones involucradas con la producción, formulación o aplicación en el campo de productos biológicos con base en estos entomopatógenos.

La colección de hongos del Cenicafé se encuentra debidamente registrada, identificada, preservada y sistematizada, lo que se constituye en un germoplasma de gran valor, con diversas aplicaciones en el cam-

po de la investigación. Adicionalmente, se cuenta con un libro en el que se registran las solicitudes de los aislamientos por parte de las instituciones; el formato cuenta con las especificaciones de cantidad entregada, forma de preservación del aislamiento, solicitante, fecha de entrega y fecha de devolución, ya que los aislamientos que se retiran del cepario son recuperados de nuevo, con el fin de evitar la pérdida de este material.

El material biológico suministrado a dichas entidades ha sido preservado a través de la técnica de almacenamiento en glicerol al 10%, a -25°C, y su recuperación ha sido exitosa. En cuanto al material biológico liofilizado y almacenado a 25°C, el hongo *B. bassiana* presentó en general buena viabilidad; sin embargo, el porcentaje de humedad fluctuó entre 1,3 y 8,5% (Cuadro 1). Es importante observar la viabilidad de los aislamientos con humedad superior al 5% a través del tiempo. En cuanto a *M. anisopliae*, hasta el presente no se ha observado una respuesta homogénea en la recuperación de los aislamientos liofilizados (Cuadro 1).

El mantenimiento de los aislamientos por subcultivos seriados se recomienda para las colecciones pequeñas, en las que el mantenimiento de microorganismos se hace a corto plazo; sin embargo, la periodicidad de esta actividad está sujeta a la variación en las características fisiológicas y morfológicas, debido a que no hay suspensión del metabolismo. Además, puede ocurrir contaminación por esporas aéreas o presencia de ácaros, por lo que se requiere una continua supervisión por parte de un especialista, para asegurar que el microorganismo no sea mezclado o reemplazado por un contaminante (Tello *et al.* 1991).

Literatura citada

- Barnett, HL; Hunter, BB. 1998. Illustrated genera of imperfect fungi. 4 ed. Minneapolis, US, Burgess Publishing Company. 225 p.
- Commonwealth Mycological Institute. 1979. CMI Descriptions of pathogenic fungi and bacteria 61(601-610).
- Domsch, KH; Gams, W; Anderson, TH. 1980. Compendium of soil fungi. London, UK, Academia Press. 895 p.
- Estrada, MN; Vélez, PE; López, JC. 1997. Estandarización de una metodología para obtener cultivos monospóricos del hongo *Beauveria bassiana*. *Cenicafé* 48(1):59-65.
- Heckly, RJ. 1978. Preservation of microorganisms. *Advances in Applied Microbiology* (24):1-53.
- Jiménez, J. 2002. Patogenicidad de diferentes aislamientos de *Beauveria bassiana* sobre la broca del café. *Cenicafé* 43(3):84-98.

Cuadro 1. Viabilidad y porcentaje de humedad en los aislamientos liofilizados de *B. bassiana* y *M. anisopliae* después de doce meses de almacenamiento.

Aislamientos	Viabilidad	% de viabilidad
Bb 9003	c	--
Bb 9017	-	0
Bb 9019	+	100
Bb 9024	+	100
Bb 9108	+	100
Bb 9119	+	100
Bb 9020,9503,9316	+	100
Bb 9304,9027,9228,9232,9002,9301	+, +,+,d,+,+	83,3
Bb 9004,9225,9208,9105,9230	+,+,d, +, +	80,0
Bb 9012	d	--
Bb 9501	+	100
Bb 9216	+	100
Bb 9231	+	100
Bb 9309,9201	+	100
Bb 9009,9603	d, +	100
Bb 9106,9010,9024,9210	+	100
Bb 9003,9028,9026	c, +, +	66,7
Bb 9006,9117,9019	+	100
Bb 9112,9018	+	100
Bb 9105,9402	+	100
Bb 9116	+	100
Bb 9801	+	100
Ma 9222	-	--
Ma 9101	-	--
Ma 9108	-	--
Ma 9202,9401,9236	-,-,-	--
Ma 9224	-	--
Ma 9231	-	--
Ma 9106	-	--
Ma 9003	-	--
Ma 9102	-	--
Ma 9004	c	--
Ma 9106,9217,	-,-,-	--
Ma 9103	-	--
Ma 9105	+	100
Ma 9232	+	100
Ma 9205	-	--
Ma 9107	+	100
Ma 9218	+	100
Ma 9304	+	100
Ma 9237	d	100
Ma 9219	-	--
Ma 9203	d	100
Ma 9215	-	--
Ma 9001	-	--
Ma 9212	+	100
Ma 9236	-	--
Ma 9235	-	--
Ma 9234	+	100

+- Se recuperó el aislamiento; -:- No se recuperó el aislamiento; d: Aislamiento con crecimiento micelial y esporulación débil; c: Aislamiento contaminado.

- Joshi, LM; Wilcoxson, RD; Gera, SD; Chatterjee, SC. 1991. *In* Maintenance of Microorganisms and Culture Cells. A Manual of Laboratory Methods. 2 ed. 308 p.
- Kirsop, BE; Doyle, A. 1991. Maintenance of microorganisms and culture Cells. A manual of laboratory methods. 2 ed. London, UK, Academic Press. p 180-200.
- Posada, FJ; Vélez, PE. 1997. Registro de hospedantes y aislamientos de *Beauveria bassiana* en la colección de hongos entomopatógenos de Cenicafé, Colombia. Manejo Integrado de Plagas 46: 50-64.
- Smith, D; Onions, AHS. 1994. The preservation and maintenance of living fungi. IMI Technical handbooks No.2. 2 ed. CABI International. International Mycological Institute. United Kingdom, Egham. 122 p.
- Snell, JJS. 1991. General introduction to maintenance methods. *In* Kirsop, BE; Doyle, A. eds. Maintenance of microorganisms and culture cells. A Manual of Laboratory Methods. 2 ed. London, UK, Academic Press. p. 153-180.
- Tello, TC; Fisac, R; Vares, F. 1991. Conservación de microorganismos fitopatógenos: Hongos. *In* Manual de laboratorio, Diagnóstico de hongos, bacterias y nemátodos. Madrid, ES, Ministerio de Agricultura, pesca y alimentación. Dirección general de sanidad de la producción agraria. p. 88-96.
- Tuite, J. 1969. Plant pathological methods fungi and bacteria. Minneapolis, US, Burgess. p. 92-112.
- Valdés, BE; Vélez, PE. 1998. Caracterización bioquímica cualitativa de aislamientos de *Beauveria bassiana* de una colección de hongos entomopatógenos de Cenicafé. Revista Colombiana de Entomología 24(1-2):61-67.
- Velez, PE; Benavides, M. 1990. Registro e identificación de *Beauveria bassiana* en *Hypothenemus hampei* en Ancuya (Nariño), Colombia. Cenicafé 4(12):50-57.



Mosca Blanca al Día

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

No. 45

Diciembre, 2003



Nota editorial

Para cerrar nuestras actividades informativas de este año, deseamos invitarle a leer el artículo *Estatus del manejo de Bemisia tabaci en América Latina y el Caribe: ocho preguntas pertinentes*, aparecido en la revista Manejo Integrado de Plagas y Agroecología (No. 70); se trata de una versión levemente editada de una conferencia ofrecida en el XXX Congreso de la Sociedad Colombiana de Entomología (SOCOLEN). Su lectura es apropiada para tiempos de cierres y balances, como los habituales de fin de año, ya que sintetiza bien el estado actual del conocimiento y el manejo del problema en nuestro continente. Pero, más que eso, provoca inquietudes y preguntas orientadoras para acometer mejor los retos del próximo año, para beneficio de nuestros agricultores. Asimismo, una vez más deseamos salud y paz espiritual a nuestros lectores.



Mosca blanca en Bolivia

En Bolivia, las moscas blancas se manifestaron como plaga en 1995, con una erupción alarmante a partir de 1998, especialmente en las zonas de los valles interandinos de los departamentos de Santa Cruz y Cochabamba (1300-2000 msnm). Esto fue consecuencia del uso intensivo de plaguicidas por más de 30 años, donde se practica una agricultura intensiva con más de dos siembras por año. Estudios complementarios realizados por los autores y el Dr. Francisco Morales (CIAT) confirmaron la presencia dominante de la especie *Trialeurodes vaporariorum*.

En ese país, esta plaga ataca tomate, pimentón, papa, pepino, vainita, frijol, arveja, pepinillo, calabaza, ají, plantas ornamentales y cultivos frutales (durazno, chirimoya y papaya). El mayor daño consiste en la extracción de savia, que provoca el debilitamiento de la planta y el crecimiento de fumagina sobre la mielcilla excretada, lo que dificulta la fotosíntesis y reduce los niveles de producción de los cultivos afectados. Al presente, es una plaga de alta prioridad nacional, sobre todo por los riesgos de transmisión de algunos vi-

rus que podrían afectar seriamente los cultivos de mayor importancia económica en estos valles.

Se han tomado iniciativas para implementar un programa de manejo integrado de moscas blancas, para responder a las demandas de los productores de soluciones a dicha problemática. El programa incluye investigaciones sobre la biología y la distribución de la plaga, su ámbito de hospedantes, resistencia a plaguicidas y capacidad de transmisión de virus, así como el desarrollo de la capacidad local para la detección de virus mediante técnicas moleculares. (**Oscar Barea Montellano y Vladimir Lino, Fundación PROINPA, obarea@proinpa.org**).



Hallazgos

Al igual que en *MBDía 43*, aquí resaltamos algunos logros (los resúmenes se editaron levemente) presentados en el XXX Congreso de la Sociedad Colombiana de Entomología (SOCOLEN), realizado en Cali, en julio del 2003.

Alternativas para el manejo de *Trialeurodes vaporariorum* en habichuela, en el Valle del Cauca. La mosca blanca de los invernaderos *T. vaporariorum* (Westwood) es una plaga clave de la habichuela, que demanda un uso excesivo de insecticidas. Como alternativas para disminuir el número de aplicaciones se evaluaron, en la zona de Pradera (Valle del Cauca, Colombia), cuatro estrategias de manejo: **1)** uso de nicotinoídeos como tratamiento a la semilla; **2)** aplicación de nicotinoídeos en remojo, al aparecer la 1ª hoja trifoliada; **3)** aplicaciones foliares de insecticidas, según un umbral de acción (aparición de ninfas de instar I), y **4)** aplicaciones foliares, según la fenología del cultivo (a 25 y 45 días después de siembra). Se utilizaron diseños de bloques al azar y de cuadrado latino para evaluar en el campo 13 diferentes combinaciones de las estrategias descritas, en comparación con el manejo tradicional del agricultor (MTA) y con un testigo absoluto. Posteriormente se comparó el tratamiento MTA con las dos mejores estrategias: **a)** uso de imidacloprid como tratamiento a la semilla seguido de aplicaciones foliares con nereistoxina o reguladores de crecimiento según un umbral y **b)** imidacloprid como tratamiento a la semilla, seguido de

1-2 aplicaciones foliares con reguladores de crecimiento, según la fenología del cultivo. Con las estrategias seleccionadas se logró una reducción del 80% en el número de aplicaciones de insecticidas. Las parcelas manejadas con la estrategia a rindieron 12,7 t/ha, con una relación beneficio/costo de 2,05, mientras que aquellas con el MTA rindieron 11,8 t/ha, con relación beneficio/costo de 1,68. Estos resultados se aplicarán en parcelas demostrativas semicomerciales. (Juan Miguel Bueno, Isaura Rodríguez y César Cardona. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali, Colombia. Contacto: jm.bueno@cgiar.org).

Alternativas para el manejo de *Trialeurodes vaporariorum* en frijol, en el Valle del Chota. *T. vaporariorum* es hoy una plaga primaria del frijol en el Valle del Chota, al norte de Ecuador. Para determinar la mejor estrategia de manejo que permita reducir el daño causado por este insecto, se realizaron ocho experimentos, replicados en fincas de agricultores, en localidades ubicadas entre 1512-1853 msnm, a 20,3°C, en promedio. Se compararon cuatro estrategias de manejo con un tratamiento del agricultor (prácticas tradicionales del agricultor) y un testigo absoluto. Se evaluaron niveles de población del insecto, los rendimientos y los costos. Se demostró que al aplicar un insecticida según un umbral de acción, seguido o no de aplicaciones foliares con insecticidas tradicionales a la floración o al inicio de la formación de vainas, los números de ninfas fueron menores y los rendimientos mayores (se incrementó la producción en un 43% con respecto al testigo absoluto y con una ventaja económica clara, porque la relación beneficio/costo fue la mayor, con un valor promedio de 2,4). Como complemento del establecimiento de estrategias de manejo se hizo un monitoreo de resistencia a insecticidas en adultos, en cinco localidades del Valle (Pusir, Carpuela, Ibarra, Pimampiro y San Vicente). Mediante la técnica de viales impregnados, se detectó alta resistencia al metamidofós en todas las localidades, así como susceptibilidad al metomil y cipermetrina en Pusir, Ibarra y Pimampiro; en San Vicente y Carpuela la re-

sistencia al metomil y a la cipermetrina fue intermedia. Para medir la respuesta al imidacloprid se utilizó el método de inmersión de pecíolos, pero no hubo evidencias de resistencia a éste. (Ximena Tapia, Mauricio Proaño, César Cardona, Isaura Rodríguez y Susan Poats. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali, Colombia. Contacto: xime56@hotmail.com).



Nuevas publicaciones

Recientemente recibimos las siguientes dos tesis de doctorado, con formato de libro, referidas al control biológico de moscas blancas:

Burger, J. 2002. How to behave? Evolution of host-handling behaviour in the whitefly parasitoid *Encarsia formosa*. Universidad de Wageningen. 194 p.

Nomikou, M. 2003. Combating whiteflies: Predatory mites as a novel weapon. Universidad de Amsterdam. 156 p.



Congreso mundial

Una vez más, anunciamos que la segunda versión del *Second European Whitefly Symposium*, organizado por la *Red Europea para el Estudio de las Moscas Blancas* (EWSN), se efectuará en Cavtat, Croacia, del 5 al 9 de octubre de 2004. Para información e inscripciones, se puede ingresar al sitio www.whitefly.org/EWSII-info.htm, o escribir a la Dra. Katja Zanic (katja@krs.hr, fax: (385) 21316584).

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

CATIE Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza



Plagas Forestales Neotropicales

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

No. 12

Diciembre, 2003

Editorial

Con esta edición del boletín cerramos nuestro tercer año de actividades, con la satisfacción de habernos “sintonizado” con las necesidades y demandas de información sobre la protección forestal por parte de los productores y técnicos forestales de nuestro continente, de lo cual es fiel reflejo la presente edición, por los temas que abarca. Con ocasión del fin de año, aprovechamos la oportunidad para desear salud y paz espiritual a todos nuestros lectores en la Navidad, así como muchos logros en el Año Nuevo.

¿Nueva especie de gorgojo del pino?

Recientemente, científicos noruegos visitantes en el área centroamericana han comunicado que cuentan con elementos que indican la posibilidad de la presencia de una nueva especie de *Dendroctonus*, muy cercana a *D. frontalis* y *D. mexicanus*, pero diferente a *D. adjunctus*. Ellos están reuniendo evidencias morfológicas y moleculares de varias poblaciones de gorgojos de la región, que les permitirán determinar correctamente la especie. Cabe mencionar que en la región se tiene descrita otra especie, *D. vitae*, la cual también ha sido identificada por investigadores noruegos.

Es interesante indicar que investigadores mexicanos y norteamericanos piensan que no solo no existe una nueva especie, sino que inclusive *D. vitae* no es una especie real, es decir, que no existe como tal. Sus opiniones se basan principalmente en datos morfológicos e información cromosómica de insectos recolectados durante varios años en toda el área de distribución del género.

Dadas estas posiciones tan encontradas, creemos conveniente revisar muy someramente las características que han sido utilizadas para identificar las especies de *Dendroctonus*. Las claves taxonómicas más utilizadas se basan en características de morfología externa, especies de hospedantes y su distribución en distintas altitudes. Asimismo, se han generado otras claves utilizando la morfología de la varilla seminal de los machos. Más recientemente, se han utilizado marcadores genéticos y fórmulas cromosómicas para la separación de especies. Definitivamente, estas últimas técnicas son menos conocidas y requieren, sobre todo la primera, cierta tecnología específica que no es accesible para la mayoría de los técnicos de la región.

Cualesquiera que sean los criterios de identificación, cabría esperar

una gama de diferencias morfológicas de las especies en general y, sobre todo, de las que tienen un ámbito muy amplio de distribución, como *D. frontalis*; dichas diferencias podrían justificar, en un momento dado, la pertenencia a una nueva especie. Pero ya sea con parámetros genéticos o cromosómicos, las identificaciones son más categóricas y es más difícil que varíen.

Desde un punto de vista netamente operativo del control de las infestaciones del gorgojo en la región —y de ser cierta la presencia de una nueva especie—, sería lógico pensar que no habría diferencias notables en la biología y ecología de cualesquiera que fueran esas especies, por lo que los métodos de manejo no tendrían por qué cambiar.

Como comentario final, habría que recalcar la enorme importancia que tendría la participación activa de técnicos y profesionales de la región centroamericana, puesto que son ellos los que recolectan los insectos y los que aplican las medidas de manejo. Se debe lograr una mayor participación regional en aspectos de salud forestal, con el fin de conservar los recursos regionales.

Contacto: Jorge Macías.

Roya de la teca en Panamá

Se hace el primer reporte de la roya de la teca, *Tectona grandis*, en Panamá y en el continente americano. El 12 de noviembre del 2003, el autor encontró numerosas plantas de teca afectadas por una roya, en una plantación cercana a Río Hato, provincia de Coclé. El patógeno fue identificado posteriormente como *Olivea tectonae* (Rac.) Thirum, que hasta la fecha había sido detectado solo en India, Pakistán, Indonesia, Tailandia y Taiwán. Esta enfermedad es considerada de importancia cuarentenaria en muchos países y, según la literatura consultada, es el primer reporte de esta enfermedad de la teca fuera del sudeste asiático. *Chaconia tectonae* T.S. & K. Ramark. y *Uredo tectonae* Racib se consideran sinónimos de *O. tectonae*. En India y Pakistán esta enfermedad está reportada solo como un problema en los viveros, y es controlada con funguicidas, pero no es mencionada como enfermedad importante de las plantaciones forestales.

O. tectonae forma numerosas pústulas que irrumpen a través de la cutícula o estomas, marrón claro o amarillo, en el envés de las hojas nuevas, observándose grandes manchas amarillentas en el haz. Posteriormente estas manchas se necrosan, produciéndose la caída de la hoja afectada. Las uredinosporas son unicelulares, ovaladas, equinuladas, lobuladas, marrón-rojizo, de 20-26 x 15-20 μ m. Las telias son unicelulares, hialinas, alargadas, de

40-70 x 10-20 μ m. Las observaciones iniciales de este hongo se hicieron en los Laboratorios de Fitopatología de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, de la Universidad Nacional de Panamá.

Debido a que la teca es la principal especie utilizada en la reforestación en Panamá, y en muchos otros países de la región, se debe considerar esta enfermedad como sumamente peligrosa, ya que con las condiciones climáticas de alta humedad y temperatura que se dan en estas regiones, el hongo puede afectar las plantaciones en niveles perjudiciales.

Contacto: Eduardo A. Esquivel Ríos



Vista de síntomas de la roya de la teca, en el haz de las hojas, manchas cloróticas y lesiones necróticas avanzadas

¿Repelentes de *Hypsipyla grandella*?

Puesto que el nivel de tolerancia de los cedros y caobas al ataque de *Hypsipyla grandella* es muy bajo (una sola larva puede para dañar un árbol, comercialmente), se debería recurrir a un enfoque de tipo preventivo, por ejemplo mediante sustancias que impidan la localización del árbol hospedante, como los repelentes. Por tanto, nueve sustancias puras de origen vegetal, formuladas en dispensadores de liberación controlada por la empresa ChemTica International (Costa Rica), se evaluaron en una plantación de cedro en el CATIE, en Turrialba, Costa Rica, mediante una tesis de maestría (Isis Pinto, Panamá). Estas comprendieron alcoholes (alcohol bencílico, 1-hexanol y lavándula), aldehídos (benzaldehído, cinamaldehído y periadehído) y otros grupos químicos (verbenona, eugenol y salicilato de metilo). Los dispensadores se colocaron en brotes tiernos de árboles seleccionados al azar y se evaluó el daño en el brote tratado. En realidad, aunque no hubo diferencias significativas entre los tratamientos, algunas sustancias parecieron ejercer alguna acción repelente. Para esclarecer si esto obedeció a razones biológicas o logísticas de los experimentos, los trabajos se continuarán en el 2004, mediante un nuevo proyecto financiado por el CONICIT.

Contacto: Luko Hilje.

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. 7

Diciembre, 2003

La taxonomía en el control biológico de malezas

Jean-Michel Maes¹

Taxonomía y sistemática

Las funciones principales de la taxonomía y la sistemática son:

- Establecer un nombre único para cada organismo (taxonomía).
- Permitir la comunicación entre científicos de diferentes idiomas.
- Discriminar las diferentes especies (sistemática).
- Establecer un grado de similitud y de parentesco entre especies (sistemática).

El carácter local, más aplicado, de la taxonomía se encuentra en la faunística, donde se trata de establecer un inventario de los taxones existentes en una región definida (país, provincia, localidad o ecosistema). La faunística es la parte más conocida de la sistemática o de la taxonomía, y se deriva de dos líneas de trabajo:

- La simple curiosidad científica por saber cuáles organismos viven en un lugar definido.
- La necesidad de proteger un recurso definido.

Inventarios

Los inventarios de un grupo taxonómico son por lo general organizados por los museos nacionales o universidades. La base de estos inventarios responde a intereses científicos y a veces nacionales. Los inventarios por cultivos corresponden a los Ministerios de Agricultura o a las asocia-

ciones de productores de un rubro definido. Más recientemente, se han realizado inventarios de ecosistemas bajo la responsabilidad de los Ministerios del Ambiente y/o Recursos Forestales. La base de estos inventarios responde básicamente a la protección de bosques, aunque también a la construcción de índices de calidad del ambiente con base en especies indicadoras. En un futuro, estos índices podrían influir en la comercialización de ciertos rubros agrícolas, mediante certificaciones orgánicas o de compatibilidad con el medio ambiente.

Inventarios y control biológico

El control biológico es el aprovechamiento de la naturaleza para la lucha contra un organismo indeseable, y conduce a otra dimensión de los inventarios. Ya no se trata solamente de determinar cuáles organismos están en un lugar o un cultivo dado, sino también de conocer el papel de cada uno, en particular de qué o de quién se alimenta un organismo dado. De manera evidente, la precisión de las identificaciones será factor clave para el control biológico. Un ejemplo clásico es el del control de la cochinilla del café en Kenia, el cual se atrasó en más de 10 años por una identificación errónea de la especie de la cochinilla. El control de la escama del olivo en California por la avispa *Aphytis maculicornis* no funcionó hasta el descubrimiento de

que había dos especies gemelas de *Aphytis*. Existe un ejemplo similar en Hong Kong, donde la escama roja de Florida no era parasitada por *A. lingnanensis* sino por *A. holoxanthus*.

Aspectos técnicos

El manejo técnico de la taxonomía y la sistemática responde a una rutina de sistema de trabajo de largo plazo, que incluye los siguientes elementos:

1. Recolectas en el campo

Las recolectas en el campo son el pilar fundamental para la obtención de datos, y pueden corresponder a campañas especiales por motivos momentáneos o a emergencias. En situaciones ideales, estas campañas de recolecta deberían incluir muestras amplias y cubrir algunos sitios clave de manera permanente. En numerosos casos, se complementan con muestras remitidas por usuarios de los servicios de identificación.

2. Procesamiento de las muestras recolectadas

El procesamiento de las muestras, o trabajo de laboratorio, es la parte más visible del sistema. Debe coordinarse con la fase anterior, dado que en esta fase es importante la recolección de muestras vivas para la cría de enemigos naturales.

3. Organización de colecciones

La organización de colecciones comprende dos fases: la identificación de las especies contenidas en las muestras y luego la organización y conservación de las colecciones. La identificación requeriría de la formación de un experto en cada orden de insectos

¹ Museo Entomológico de León, León, Nicaragua. jmmaes@ibw.com.ni

en cada país del área, que trabajara como curador de dicho orden. Evidentemente, ni en el nivel de orden es posible que una sola persona identifique las especies de un país; se necesita el establecimiento de una red informal de contactos con taxónomos disponibles para cada familia de insectos.

Luego de identificadas las especies, se debe organizar la colección. Lo ideal sería de disponer de un museo nacional en cada país del área, con suficientes recursos para asumir el papel de depositario de las colecciones, siendo ellas la memoria colectiva de la fauna del lugar y una referencia para futuras identificaciones en el ámbito local. Tener colecciones de insectos de importancia agrícola en el Ministerio de Agricultura, de importancia en salud en el Ministerio de Salud, de importancia forestal en el Ministerio del Ambiente, etc., es totalmente contraproducente, ya que dejarían de ser un bien común que no debe pasar a ser el bien privado de un Ministerio.

4. Organización de bases de datos

La fase de organización de bases de datos es medular. Los datos de recolecta de los especímenes identificados de la colección que se reúnen en una base de datos permiten la búsqueda de información cruzada por planta hospedante, por lugar, por plaga, por enemigo natural, etc. Estas bases de datos deberían tener un formato regional compatible, para ser rastreadas de manera regional en caso de plagas o plantas hospedantes comunes, que son la mayoría.

5. Bibliotecas o centros de documentación

Las bibliotecas y centros de documentación son herramientas en las que la labor taxonómica es eminentemente académica. Dado que la descripción de especies de insectos empezó en 1758 y continúa hasta la fecha, habiendo mundialmente más de un millón de especies descritas, es

evidente que no se puede tener en una biblioteca local todas las publicaciones desde esa fecha, ni todas las que se editan actualmente. Es necesario sustituir el obstáculo de la desinformación por sistemas de repatriación de información. Esto debe hacerse en el nivel de una biblioteca nacional, para evitar la duplicación de esfuerzos. Las fases recomendables son las siguientes:

- Mantener en una biblioteca nacional todas las publicaciones editadas en el ámbito nacional (puede tener efecto de ley, como en algunos países), organizadas en una base de datos con palabras claves.
- Suscripción a uno o varios organismos de rastreo de información, tales como BIOSIS, que generan listados de materiales publicados según palabras claves definidas por el usuario.
- Rastrear las publicaciones de interés publicadas entre 1758 y la fecha.
- Obtener copias de cualquier forma de las publicaciones rastreadas en los dos puntos precedentes e ingresarlas en la base de datos.
- Crear contactos virtuales interbibliotecarios para obtener datos sobre un tema de interés de manera casi inmediata y copia de documentos en un lapso de tiempo breve.

Sostenibilidad

La sostenibilidad es la pieza clave de un sistema. En una época donde los organismos supra-nacionales promueven la debilidad del estado y la centralización del conocimiento en países ricos, parece imposible el logro de los objetivos planteados en los cinco puntos anteriores.

Ninguna institución tiene la capacidad de asumir los costos de un museo nacional o una colección nacional y, al mismo tiempo, una biblioteca nacional que incluya bases

de datos. Estos servicios deben ser pensados a nivel nacional, con un museo nacional que albergue colecciones de uso potencial para la biología, la ecología, la agricultura, las ciencias forestales, el estudio del impacto ambiental, los recursos hídricos, etc., es decir, una colección amplia unida a una base de datos accesible a todas las instituciones interesadas. Al mismo tiempo, se debe establecer un módulo de repatriación de la información nacional, asociado a la biblioteca nacional existente, por fortalecer o por crear, según sea el caso. Con una visión centralizada de esta manera, se puede justificar fondos del estado o de organismos donantes para la creación y mantención de dichas estructuras.

Perspectivas y conclusiones

Las instituciones de la región no se han fortalecido lo suficiente como para contribuir eficazmente a cubrir la necesidad de conocimientos. Es necesario el trabajo en redes entre instituciones, centros de investigación y centros de producción, con el fin de que la taxonomía pueda contribuir más eficazmente al mejoramiento de disciplinas tales como el control biológico, en el cual la identificación correcta de los organismos recolectados es esencial para la implementación de proyectos. Solamente de esta manera asociada se podrá competir, tanto en el ámbito científico como en el económico.

Literatura consultada

- Clausen, CP. 1978. Introduced parasites and predators of arthropods pests and weeds: A world review. USDA Agriculture Handbook 480:545 p.
- DeBach, P. 1974. Biological control by natural enemies. Cambridge University Press. 323 p.
- Maes, JM. 1988/1999. Insectos de Nicaragua. v. 3. Managua, NI, SETAB MARENA. 1899 p.
- Smith EH; Pimentel, D. 1978. Pest control strategies. New York, Academic Press. 334 p.



Acceso

MEDIDAS SANITARIAS Y FITOSANITARIAS

IICA / Sanidad Agropecuaria e Inocuidad de los Alimentos • Boletín Informativo No. 13 / Julio 2003

Se discutieron nuevas disposiciones en el Comité de Medidas Sanitarias y Fitosanitarias de la OMC



La aprobación de las disposiciones en materia de Trato Especial y Diferenciado (TED) y Equivalencia se podrían decidir en la próxima reunión del Comité de MSF de la OMC

Nuevas observaciones a la propuesta en el tema de TED y consultas que algunos delegados deben realizar a los expertos de capital, impidieron que los países cerraran el capítulo del procedimiento de notificación sobre TED y las directrices sobre equivalencia durante la XXVIII Reunión del Comité de Medidas Sanitarias y Fitosanitarias de la OMC (Comité MSF) realizada durante la última semana de Octubre.

El procedimiento de notificación para TED es una herramienta que permitiría a los países en desarrollo solicitar que el trato preferencial sea tomado en cuenta para las normas propuestas o implementadas por otros países. Por otra parte, el documento que se trató de aprobar en el tema de equivalencia, consiste en la interpretación que los Miembros le otorgan al comercio histórico como facilitador para el establecimiento de la equivalencia. Estos dos temas, de gran relevancia para el comercio, resaltan la importancia de una participación proactiva en la próxima reunión por parte de los países de las Américas.

Los Países Miembros Informan:

Canadá: Informó que continúan implementando acciones en relación a la EEB "Vaca Loca", relacionadas con el manejo de los animales, piensos y técnicas de identificación y caracterización de animales. Canadá indicó que sus acciones han sido transparentes, científicas y apegadas a las normativas de la OIE, por lo que solicitó el levantamiento de cualquier restricción injustificada al comercio.

Argentina: Indicó que las acciones tomadas a causa del último caso de fiebre aftosa han sido eficientes y apegadas a las normas internacionales, y solicitó que se aplique el concepto de regionalización con el fin de no restringir el comercio de toda la carne del país. Presentaron las acciones tomadas y tipificaron el bajo riesgo del caso presentado.

Australia: Presentó la publicación de la versión revisada sobre el Manual de Análisis de Riesgo adoptada en ese país. El documento sirve de referencia a las unidades de análisis de riesgo de los países.

Estados Unidos: Realizó una presentación sobre los cambios efectuados a las nuevas disposiciones de la Ley sobre bioterrorismo. Establecieron el 24 de diciembre como fecha límite para realizar nuevas observaciones. A pesar de que la ley entra en vigencia a partir del 12 de diciembre, los EEUU darán 4 meses (hasta el 12 de marzo) de aplicación limitada para apoyar a los gobiernos y empresas privadas en la comprensión e implementación de esta normativa.

Chile: Presentó observaciones sobre la implementación de la Norma Internacional

Fitosanitaria relacionada con los embalajes de madera (NIMF-15). Chile apoyó el derecho de proteger el estatus fitosanitario y el objetivo de la norma pero cuestionó la forma de implementación y los tiempos para la misma. Considera que el impacto al sector privado es grande y negativo.

Perú: Expuso los programas que están realizando entorno a la fiebre aftosa y mosca de la fruta.

Paraguay: Informó las acciones tomadas con respecto a la fiebre aftosa y plantearon la importancia de un enfoque regional que garantice la erradicación de la enfermedad en el cono sur.

Venezuela: Realizó una solicitud de cooperación técnica para fortalecer sus capacidades en cuanto al manejo del centro de información y notificación.

Taller sobre puntos de contacto y notificación:

La Secretaría del Comité MSF de la OMC, realizó un taller sobre las obligaciones y beneficios en materia de transparencia. Este tema resulta de gran importancia para el sector privado ya que le ayudan a adaptarse a las nuevas normas internacionales. Recomendamos la revisión de las diferentes exposiciones en http://www.wto.org/spanish/tratop_s/sps_s/sps_s.htm

La reunión en cifras:

Participación de los países Miembros del IICA

- 88% de los países miembros del IICA (30 de 34) se hicieron presentes a la XXVIII Reunión del Comité MSF.
- El 100% de los países miembros del IICA que asistieron se hicieron presentes con expertos de "Capital".
- 24 países con 36 especialistas de "Capital" asistieron con el apoyo del Programa del IICA-USDA, dirigido a fortalecer la participación activa de los países miembros ante el Comité MSF. Esta actividad representa la cuarta reunión consecutiva de apoyo.
- Se realizaron 8 declaraciones de países, 7 de ellas fueron de países de las Américas.
- Se vieron 3 nuevos casos comerciales, en 2 de ellos participan países de las Américas. Se discutieron 10 casos comerciales vistos en reuniones anteriores, en 8 de ellos intervienen países de las Américas.
- Se consultaron 6 notificaciones presentadas, 5 de estas consultas fueron realizadas por países de las Américas. Dentro de estas se destaca la consulta realizada a Alemania sobre los niveles máximos de Ocratoxina A en el café soluble y Tostado. Otro tema de especial interés fue la consulta planteada sobre la norma internacional relativa a la medida fitosanitaria sobre el embalaje de madera (NIMF-15).

Preocupaciones comerciales entre los Miembros

En la XXVIII Reunión del Comité de Medidas Sanitarias y Fitosanitarias de la OMC, los países Miembros realizaron consultas sobre normativas específicas o conflictos comerciales¹.



De origen zoonosario

- 1** Requerimientos de tratamientos térmicos por parte de Taipei, China, para la carne y los alimentos elaborados a partir de huesos para la industria avícola. Planteado por Estados Unidos (EE. UU.). EE.UU.declaró que estos requerimientos superan con creces las directrices establecidas por la Oficina Internacional de Epizootias (OIE) para enfrentar el virus exótico de la enfermedad de Newcastle.

Taipei indicó que los requerimientos de tratamiento térmico actualmente están siendo revisados.Los comentarios de EE.UU.resultan útiles y serán transmitidos a las autoridades correspondientes.
Caso nuevo 2
- 2** Regulaciones de la Comunidad Europea (CE) sobre productos de origen animal. Planteado por EE.UU. y apoyado por Canadá y China. Si bien se ha avanzado en las reuniones bilaterales, la CE aún no ha demostrado el fundamento científico de ciertas medidas. EE.UU. instó a la CE a no poner en práctica las medidas propuestas hasta que se pueda realizar evaluaciones científicas del riesgo apropiadas. Otros países señalaron la necesidad de tener un período de transición.

La CE contempla la adopción de medidas transitorias basadas en estudios caso-por-caso y sustentados en la información proporcionada por cada país. Con respecto a los fundamentos científicos, la CE aún espera tener las conclusiones de un grupo de científicos para marzo de 2004.
04,06 - 2003 / (Acceso 11-12)
- 3** Restricciones de Trinidad y Tobago a la importación de salchichas de cerdo y otros productos de cerdo. Planteado por Argentina. Argentina declaró que ya ha provisto información sobre una evaluación del riesgo y que había cursado invitación a una misión de expertos técnicos dirigida por CARICOM. A pesar de estos esfuerzos, tiene entendido que se ha suspendido la evaluación del riesgo y la visita.

Trinidad y Tobago afirmó que estaba programada una misión de expertos para septiembre, pero que la misma había sido cancelada por Argentina, debido a que se sospechaba la existencia de la enfermedad vesicular. Argentina no ha propuesto nuevas fechas.
11-2002 / 04,06 - 2003 (Acceso 10-11-12)
- 4** Política de EE.UU. con respecto a la regionalización de la CE en el caso de la Fiebre Porcina Clásica (CSF). Inquietud planteada por la CE. La CE indicó que el enfoque de EE.UU. para regionalizar a los países miembros de la CE en el caso de la fiebre porcina, constituía una restricción injustificada al comercio y que no era coherente con el Artículo 2 (derechos básicos y obligaciones). Algunos países están libres de fiebre porcina y han sido incluidos en la lista de la OIE de países libres de la enfermedad.

EE UU declaró que los estados miembros de la CE y los EE.UU han emprendido considerables esfuerzos. Se han publicado las medidas propuestas, pero el proceso se ha complicado debido a brotes de fiebre porcina clásica y de fiebre aftosa en algunos países de la CE.
05-1996
- 5** Restricciones de Colombia a la importación de carne bovina debido a la fiebre aftosa. Planteado por Argentina. Argentina indicó que a raíz de una inspección de las instalaciones realizada por Colombia, se había llegado a un acuerdo. Argentina agradeció a las autoridades colombianas y al personal técnico por resolver este problema.

Colombia afirmó que el problema de las restricciones sobre la carne bovina había sido resuelto y también reconoció los esfuerzos de Argentina por levantar las restricciones a las exportaciones de flores colombianas.
03,06,11 - 2002 / 04,06 - 2003 (Acceso 8-9-10-11-12)
- 6** Notificación de la CE sobre controles a alimentos y piensos. Inquietud planteada por EE.UU. y apoyada por Canadá. Los controles propuestos exigirían a todos los terceros países demostrar el cumplimiento con los mercados de la CE como condición previa a la exportación. Si bien dichos controles son apropiados en el caso de productos de alto riesgo, tales como los productos avícolas y cárnicos, los mismos restringen el comercio más de lo necesario en el caso de otros alimentos con los cuales el riesgo es inherentemente bajo. Por su parte, Canadá declaró que el proceso está dirigido principalmente a los países de la CE y que a los demás países se les dificulta estudiarlo y entenderlo.

La CE declaró que las regulaciones tienen el propósito de crear una base de información uniforme para verificar que los productos alimentarios cumplan con las normas sanitarias de la CE. Los comentarios hechos serán transmitidos al Parlamento y al Consejo, sin embargo, se observan similitudes con las regulaciones contra bioterrorismo propuestas por EE.UU. Las medidas facilitarán el comercio al promover una mayor transparencia y las sugerencias para mejorar la información ofrecida a los países extra comunitarios también serán referidas al Consejo y al Parlamento.
G/SPS/N/EEC/191
- 7** Notificación de la CE sobre materia viva para la apicultura proveniente de terceros países. Inquietud planteada por Argentina y apoyada por EE.UU., Australia y Nueva Zelanda. Argentina indicó que apoya gran parte de las

La CE declaró que la notificación y las medidas a ser adoptadas eran necesarias para evitar la introducción de dos parásitos que no aparecen en la lista de la OIE, pero que pueden ocasionar considerables pérdidas económicas. Asimismo, la

1. Esta síntesis no constituye un documento oficial, el cual deberá ser preparado por la Secretaría del CMSF de la OMC.
2. Meses y años en que se ha discutido el tema en el Comité de MSF, # del Boletín Acceso donde se hace referencia, o código de notificación.

regulaciones propuestas por la CE, sin embargo, considera que algunos elementos contienen restricciones injustificadas. Otros países también declararon que las regulaciones deben tomar en cuenta la condición de los países con relación a plagas y enfermedades, y otros incluso manifestaron que las regulaciones no son coherentes con el Acuerdo MSF en vista de que el movimiento dentro de la CE no está sujeto a las mismas restricciones comerciales.

CE ha adoptado medidas que exigen a los países de la CE notificar sobre estas plagas.

G/SPS/N/EEC/208

8 Restricciones de Croacia a animales vivos y productos cárnicos. Planteado por Hungría y apoyada por la CE. Hungría declaró que la prohibición sobre animales vivos y productos cárnicos, establecida sin previa notificación, ha paralizado sus exportaciones. Carece de justificación científica y no cumple con los Artículos 2 y 5 del Acuerdo MSF. Croacia no ha aportado evidencia científica. Hungría se reserva el uso de otro recurso dentro de la OMC, por los daños causados.

Croacia reiteró su posición, definida en la última reunión del Comité MSF, en el sentido que las medidas adoptadas eran necesarias para proteger la salud humana y animal contra Encefalopatías Espongiformes Transmisibles (TSE). Se han celebrado reuniones bilaterales para eximir a ciertos productos e identificar los pasos necesarios para lograr un resultado en común.

06-2003 (Acceso 12)

9 Restricciones de Indonesia sobre los productos agrícolas debido a la fiebre aftosa y a la recomendación emitida por la OIE. Planteada por Argentina. Argentina indicó que esta inquietud ha sido planteada anteriormente y reiteró los hallazgos de la OIE con respecto a la fiebre aftosa y a la condición de Argentina.

Indonesia declaró que ha sido declarada libre del virus, que tiene un alto riesgo de infección y que debe adoptar medidas preventivas. La prohibición se considera transitoria y se contemplará la posibilidad de una visita de expertos técnicos en el futuro.

10 - 2001 (Acceso 6)

Relacionadas con la inocuidad de alimentos

10 Directrices para las pruebas de límites máximos de residuos (LMR) en Corea. Planteado por EE.UU. y apoyado por Australia, CE y Nueva Zelanda. EE.UU. manifestó que las directrices para las pruebas de LMR se aplican a todas las importaciones, restringen el comercio más de lo necesario y exige a los exportadores sufragar los altos costos de todas las pruebas. Por el contrario, la producción nacional únicamente está sujeta a pruebas aleatorias y el gobierno paga todos los costos.

Corea indicó que ellos solo pueden emitir comentarios preliminares, sin embargo, consideran que las directrices propuestas para las pruebas de LMR son conformes al Acuerdo MSF. Indicó que existen planes para reducir los costos de las pruebas y las directrices se seguirán discutiendo de manera bilateral.

Caso nuevo

11 Revisión de las normas y especificaciones para alimentos y aditivos en la legislación japonesa. Inquietud planteada por China. China declaró que los LMR propuestos eran mucho más estrictos que antes y que carecían de fundamento científico. Japón aún no ha dado una respuesta que ofrezca evidencia científica pertinente ni prueba alguna que indique que las medidas adoptadas restringen menos el comercio.

Japón indicó que ya se envió una respuesta a través de la Embajada de China. Los LMR se basan en evaluaciones científicas y toman en cuenta normas internacionales, así como normas establecidas en otros países.

G/SPS/N/JNP/104

12 Límites máximos para residuos establecidos por Alemania en el caso de la ocratoxina A en el café soluble y tostado. Planteado por Colombia y apoyado por Brasil, El Salvador, Guatemala, México, Perú, Chile y Bolivia. Colombia declaró que los LMR establecidos son demasiado restrictivos y pueden ocasionar pérdidas de cargamentos completos de productos de exportación. Las medidas no son coherentes con el Artículo 2 (derechos básicos y obligaciones) ni con el Artículo 5 (niveles de protección apropiados). Mencionó además que otros productos, como la cerveza, no están sujetos a las mismas medidas de rigor de LMR.

La CE indicó que cada estado miembro tiene derecho de adoptar ciertas medidas, en el tanto que realice la debida notificación y no exista alguna norma común en la CE. La CE no ha establecido límites para la ocratoxina A y Alemania basa sus LMR en la evidencia científica actualmente disponible. La inquietud de Colombia se recibió recientemente, y será estudiada para dar una respuesta a todos los países.

G/SPS/N/DEU/9 y Add. 1, G/SPS/GEN/434

13 Notificación de la CE sobre límites máximos de residuos para las aflatoxinas en el maíz. Planteada por Argentina. Argentina declaró que las normas de la CE con respecto a los LMR en el maíz se establecen de conformidad con el uso, carecen de suficiente evidencia científica y no son coherentes con las normas internacionales. El tema de las medidas de muestreo había sido planteado con anterioridad, sin que se llegara a ninguna resolución.

La CE indicó que la enmienda preliminar establecerá límites con respecto a las cantidades totales y que las medidas de muestreo han sido modificadas. Los LMR establecidos para el maíz crudo son coherentes con niveles anteriores aplicados al maíz para consumo humano. Los niveles han sido modificados a favor de los exportadores y se pueden cumplir con buenos productos agrícolas.

G/SPS/N/EEC/209 y 210

De origen fitosanitario

14 Restricciones de Taipei, China, a las importaciones de papa. Planteado por Nueva Zelanda. Nueva Zelanda manifestó que ha respondido a todas las solicitudes de información de Taipei, China, y que ha cumplido con todas las

Taipei, China, indicó que la primera solicitud de Nueva Zelanda se basaba en la norma NIMF N° 4. Posteriormente, dicha solicitud fue retirada para presentar una nueva basada en la norma NIMF N° 10. Estas dos normas son diferentes y

normas internacionales para medidas sanitarias y fitosanitarias (NIMF), de acuerdo con la Convención Internacional de Protección Fitosanitaria (CIPF). Sin embargo, siguen esperando una respuesta de Taipei para aprobar las exportaciones de papa.

umentan el tiempo requerido para realizar una evaluación y dar una respuesta.
Caso nuevo

15 Restricciones oficiales de control del gobierno japonés. Planteado por Nueva Zelanda y apoyada por Australia y los EE.UU. Nueva Zelanda expresó una preocupación con respecto a todo el sistema de políticas de fumigación de plantas y las medidas de control del gobierno japonés. Lo anterior incluye la fumigación de las plantas importadas para el control de plagas que ya están presentes y que no están sujetas a control oficial. Las medidas aplicadas son discriminatorias y es necesario ampliar la lista existente de plagas no cuarentenarias.

Japón declaró que se debe emplear un enfoque de caso-por-caso y que para el próximo mes se han programado reuniones bilaterales y discusiones técnicas. Japón considera que los expertos técnicos deben trabajar más para determinar si las medidas nacionales son coherentes con las normas internacionales.
06, 11 – 2002 / 03,06 – 2003 (Acceso 9-10-11-12)

16 Restricciones de Brasil a la importación de papa para siembra. Planteado por la CE y apoyada por Canadá. La CE indicó que el tema ha sido planteado y debatido en ocasiones anteriores en sesiones plenarias y reuniones bilaterales, sin embargo, el gobierno de Brasil aun no ha dado respuesta a la propuesta presentada por la CE hace un año.

Brasil declaró que aun está evaluando la propuesta y que ya están en marcha más discusiones técnicas con el propósito de estudiar los requerimientos y encontrar una solución oportuna para este problema.
06,11 – 2002 (Acceso 9-10)

17 Restricciones de Venezuela a la importación de papa, ajo y cebolla. Planteado por Argentina, con otras manifestaciones de preocupación expresadas por los EE. UU. Argentina indicó que Venezuela ya realizó una inspección en el sitio, pero que aún no han recibido ningún informe ni se han adoptado medidas para suspender las restricciones. Los EE.UU. manifestaron temor de que el régimen de permisos de importación no esté basado en MSF legítimas.

Venezuela señaló que el informe sobre la inspección realizada en el país ya había sido enviado y le sorprendía que Argentina aun no lo hubiera recibido. Venezuela espera reunirse con EE.UU. para abordar las inquietudes específicas de este país.
03, 07,10 – 2001 / 03,06 – 2002 / 03, 06 – 2003 (Acceso 4-6-8-9-11-12)

18 Restricciones de Japón a la importación de mango. Planteado por Brasil. Brasil declaró que las restricciones no son coherentes con el acuerdo MSF y citó a manera de ejemplo el Artículo 10 (tratamiento especial y diferenciado). Se ha provisto toda la información requerida, incluyendo información sobre la mosca de la fruta de la carambola, que no tiene nada que ver con el problema en cuestión. Brasil aún espera una respuesta al respecto.

Japón indicó que la información solicitada fue recibida apenas la semana pasada y que en caso de determinarse que las medidas vigentes en Brasil son suficientes, el proceso de evaluación y aprobación seguirá adelante. Japón considera que el tiempo transcurrido hasta la fecha ha sido apropiado.
06 – 2003 (Acceso 12)

19 Aplicación de NIMF N° 15 sobre el embalaje de productos de madera por parte de los EE.UU. Planteada por Argentina y apoyada por Chile. La aplicación de la norma, tal y como ha sido publicada, podría tener un efecto negativo si no se toman en cuenta los requisitos de implementación de los países exportadores. Argentina sugirió dar más tiempo para establecer sistemas de tratamiento, medidas de auditoría y control, a fin de no obstaculizar el comercio de manera innecesaria.

EE.UU. declaró que se están evaluando los comentarios recibidos para preparar la norma definitiva, lo cual originalmente ha sido programado para enero de 2004. El cronograma original ha sido modificado y EE.UU. actualmente considera un enfoque gradual para la implementación y para asegurar una protección adecuada contra la plaga.
G/SPS/N/USA/705

Fechas importantes para la próxima reunión del Comité de MSF:

- 17 de Febrero 2004:** Identificación de nuevos puntos para el monitoreo de procedimientos
- 4 de Marzo 2004:** Tiempo límite para solicitar la incorporación de puntos específicos en la agenda del Comité
- 5 de Marzo 2004:** Distribución de la agenda tentativa para la reunión del CMSF de la OMC (Aerograma de la Secretaría)
- 15-18 de Marzo 2004:** Reuniones informales sobre Trato Especial y Diferenciado y Transparencia, y Reunión XXIX del CMSF de la OMC

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura



Sanidad Agropecuaria e Inocuidad de los Alimentos
Tel: (506) 216-0184 / Fax: (506) 216-0173
Apto. postal: 55-2200 Coronado, Costa Rica
Dirección electrónica: sanagro@iica.ac.cr
www.infoagro.net/salud
www.iica.int

Programa de Educación para el Desarrollo y la Conservación

Escuela de Posgrado

Más de medio siglo al servicio del desarrollo agrícola,
de los recursos naturales y el bienestar rural de América Latina y el Caribe

Doctorado conjunto (Ph.D.) en:

**Agricultura Tropical
Manejo de Recursos Naturales**

Ph.D del CATIE en cooperación con las
siguientes universidades

- Universidad de Minesota (EUA)
- Universidad Estatal de Louisiana (EUA)
- Universidad de Purdue (EUA)
- Universidad de Yale (EUA)
- Universidad de Freiburg (Alemania)
- Universidad de Gottingen (Alemania)
- Universidad de Helsinki (Finlandia)

Programa de Doctorado Conjunto con:

- University of Wales at Bangor
- University of Idaho

Maestría (M.Sc.) en:

- I. Agricultura Ecológica
- II. Agroforestería Tropical
- III. Manejo y Conservación de Bosques Tropicales y Biodiversidad
- IV. Socioeconomía Ambiental
- V. Manejo Integrado de Cuencas



Producir conservando, conservar produciendo^o

Solicite información a:

Escuela de Posgrado / CATIE, 7170, Turrialba, Costa Rica Tel. (506) 556 1016/6431 Fax (506) 556 0914/1533
Correo electrónico: posgrado@catie.ac.cr Internet: <http://www.catie.ac.cr>

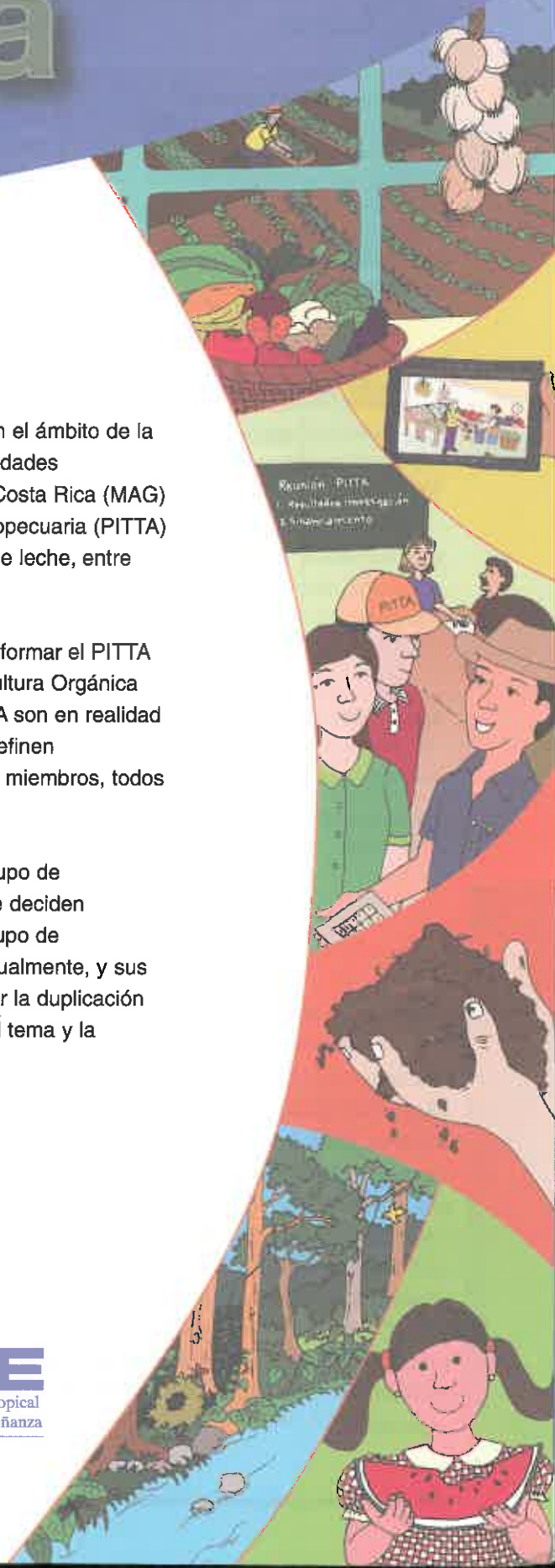
Coordinadora: Gabriela Soto gabisoto@catie.ac.cr

¿Qué es el PITTA de Producción Orgánica?

Los PITTA son un esfuerzo institucional para mejorar la coordinación, en el ámbito de la investigación y la transferencia de tecnología, entre los actores de actividades agropecuarias específicas. El Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica (MAG) creó los Programas de Investigación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria (PITTA) en 1989, y actualmente existen PITTA de frijol y de cebolla, ganadería de leche, entre otros.

En 1999, un grupo de investigadores en agricultura orgánica decide conformar el PITTA de Producción orgánica, coordinado por el Programa Nacional de Agricultura Orgánica (PNAO). Aunque creados por decreto ejecutivo (18865-MAG), los PITTA son en realidad organizaciones civiles que no reciben apoyo directo del gobierno, que definen internamente sus prioridades, y que trabajarán en la medida en que sus miembros, todos colaboradores voluntarios, decidan apoyar el trabajo conjunto.

En ese sentido, el PITTA de Producción Orgánica (PITTA P.O.) es un grupo de investigadores, productores y capacitadores en producción orgánica que deciden coordinar sus actividades, como lo puede hacer en cualquier país un grupo de investigadores en el mismo tema (Cuadro 1). El PITTA se reúne bimensualmente, y sus actividades prioritarias son la coordinación en la investigación para evitar la duplicación de esfuerzos, promover la búsqueda de fuentes de financiamiento en el tema y la extensión (Cuadro 2).



Cuadro 1. Organizaciones que conforman el PITTA de Producción Orgánica

Sector académico	Productores organizados	Organizaciones no gubernamentales	Sector público
Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Universidad EARTH, Escuela Centroamericana de Ganadería (ECAG), Universidad de Costa Rica (UCR), Universidad Nacional (UNA), y el Instituto Nacional de Aprendizaje (INA)	Asociación de Campesinos Productores Orgánicos (ACAPRO), Asociación de Productores de la Zona Norte de Cartago (APROZONOC)	Asociación Nacional de Agricultura Orgánica (ANAO)	Instituto Nacional de Innovación Tecnológica en Agricultura (INTA), Programa de Agricultura Conservacionista, Programa Nacional de Agricultura Orgánica (PNAO)

Cuadro 2. Áreas de acción del PITTA de Producción Orgánica

Área	Objetivo general	Objetivos específicos
Investigación	Promover la investigación participativa en agricultura orgánica en las áreas prioritarias establecidas.	a. Coordinar las iniciativas existentes en investigación en producción orgánica para evitar la duplicidad de esfuerzos y el malgasto de fondos. b. Promover la transferencia tecnológica y la investigación participativa técnico/productor en finca, facilitando la relación directa entre productores e investigadores. c. Identificar fuentes de financiamiento para investigación en las áreas prioritarias establecidas.
Extensión	Promover la transferencia y difusión de los resultados de investigaciones a los productores y al público en general	Difundir los resultados de investigaciones en producción orgánica y dar a conocer las actividades del PITTA-P.O.
Fortalecimiento institucional	Asegurar que el PITTA-P.O. sea una institución sólida, de carácter inclusivo, y con autoridad para guiar el desarrollo de la investigación de acuerdo a las necesidades de la actividad.	Fortalecer el sistema operativo del PITTA-P.O.

¿Por qué un Boletín de Producción Orgánica del PITTA P.O.?

Uno de los objetivos prioritarios del PITTA P.O. es difundir los resultados de investigación en agricultura orgánica, tanto de productores como de técnicos, y qué mejor forma de hacerlo que a través de un boletín. Por eso, el PITTA y la Revista *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología* del CATIE han establecido una alianza para crear un espacio de comunicación entre los actores de la investigación en producción orgánica. Además, al CATIE como miembro del PITTA P.O., y con su responsabilidad con los países miembros, le interesa que esta información se difunda en el ámbito regional.

Aunque el PITTA es una organización costarricense, el objetivo de este boletín es crear un espacio abierto a toda la región para transmitir resultados de investigaciones, información sobre capacitaciones, congresos y otros, en el tema de la producción orgánica. Así, si tiene información que quisiera compartir, invitaciones a eventos, etc., por favor envíela a Gabriela Soto (gabisoto@catie.ac.cr) o a la dirección de la revista (cicmip@catie.ac.cr). Esperamos contar con la colaboración de todos para hacer de este boletín un medio valioso de comunicación entre los productores, estudiantes e investigadores de la región.

I Encuentro Mesoamericano y del Caribe de Investigadores y Experimentadores en Agricultura Orgánica

Del 25 al 27 de agosto del 2003, se llevó a cabo en la Escuela Centroamericana de Ganadería (ECAG) en Atenas, Costa Rica, el I Encuentro Mesoamericano y del Caribe de Investigadores y Experimentadores en Agricultura Orgánica y el III Encuentro de este tipo a nivel nacional. El Encuentro fue organizado por el PITTA P.O., el Instituto de Investigaciones para la Agricultura Orgánica de Suiza (FiBL) y la ECAG.

El objetivo de estos Encuentros es que tanto productores como técnicos que investigan en temas de la producción orgánica tengan un espacio de encuentro para compartir resultados y necesidades. En la producción orgánica, la mayoría de la investigación que se ha desarrollado hasta la fecha ha sido protagonizada sobre todo por productores, por lo que consideramos que es importante rescatar y valorizar sus resultados, así como crear un espacio para que esta información sea compartida con técnicos y otros productores.

Al Encuentro asistieron alrededor de 325 personas, de las cuales el 75% fueron productores. Se contó con fuertes delegaciones de Cuba, Nicaragua y Panamá, además de participantes de Honduras, Guatemala, El Salvador, México, Colombia, Chile, Venezuela, Ecuador y Brasil.


El Encuentro contó con el apoyo económico de diversas organizaciones, especialmente IFOAM, Bioinspecta de Suiza, el PNUD, ANAO, Naturiland, CF Fresh, BCS, FAO, Heks Suiza, Caritas, FIRA, Intercooperation, Bio-Suisse, Ayuda Obrera Suiza, GTZ, el Programa Nacional de Agricultura Orgánica y VIFINEX, además del FiBL y todas las organizaciones miembro del PITTA.

Se contó además con el apoyo de "organizaciones socias", u organizaciones locales que, en cada país, nos ayudaron para asegurar la participación de productores investigadores. Los resultados de las presentaciones serán publicados en la memoria del evento que saldrá a principios del próximo 2004. A través de este boletín se irán publicando algunos de los resultados que generaron un mayor interés.

No se ha definido exactamente la ubicación del Encuentro del próximo año, pero se espera que sea en agosto del 2004. A través de este boletín, les estaremos informando de esta actividad.

Producción de arroz orgánico en fangueo en Panamá

(tomado de la memoria del I Encuentro Mesoamericano y del Caribe de Investigadores y Experimentadores en Producción Orgánica)



Alfonso Martínez, Panamá - La Asociación de Productores y Productoras de la Cuenca Alta del Canal de Panamá es una organización sin fines de lucro, cuyo objetivo consiste en promover el desarrollo de la agricultura orgánica y contribuir con la conservación de los recursos naturales. Actualmente, los miembros de nuestra organización reciben asistencia técnica y organizativa gracias a un proyecto entre la Autoridad Nacional del Ambiente (ANAM) y la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA), llamado "Proyecto de Conservación de la Cuenca Hidrográfica del Canal de Panamá", PROCCAPA.

En nuestra comunidad Ciri Grande Arriba, trabajamos en diversas actividades de agroforestería y silvicultura. En la búsqueda de actividades productivas de bajo impacto en el ambiente se nos ocurrió la producción de arroz en fangueo con una variedad que tradicionalmente se utiliza para siembra directa (a chuzo), que conlleva el sistema de producción de roza y quema. Las variedades utilizadas fueron 'Anabel' y 'Orífica', y una variedad nueva, 'Colombia'.

En producción convencional, para un cuarto de hectárea, se utilizan unas diez libras de la variedad 'Colombia', se aplican agroquímicos y limpieza manual; esto rinde una cosecha de aproximadamente 5 quintales. En la



experiencia en arroz en fanguero con la misma variedad, se utilizaron 2 libras de semilla para el vivero, en una tina de 10 m x 10 m. Se utilizó abono orgánico (Bocashi), insecticidas de vinagre de carbón, y para el control de la chinilla (chinche) utilizamos hojas del árbol Balo (leguminosa) con cebolla y ajo. La chinilla es una plaga que chupa la hoja y las seca, disminuyendo considerablemente la producción.

En 120 días se obtuvo una cosecha de 10 quintales en estación lluviosa y 8 quintales en estación seca, ya que en verano es mayor el consumo de los granos por las aves. Cada cuatro meses cosechamos arroz, por lo que hemos logrado utilizar esta técnica en nuestro beneficio y ahora hasta la estamos utilizando en laderas.

Futuros eventos de producción orgánica

Julio, 2004

Primer Congreso Mundial de Semillas Orgánicas, organizado por la FAO, IFOAM y la Federación Internacional de Semilla (ISF), a celebrarse en Roma, Italia.
seedconference@ifoam.org,
www.organicseedconf.org

12 y 13 de Agosto

Taller Nacional de Agricultura Orgánica de Panamá.

Para mayor información, contactar a Melina Inés Sánchez Pinzón,
melinaisp@hotmail.com

17 al 19 de Agosto

IV Encuentro Nacional de Agricultores, Experimentadores e Investigadores en Producción Orgánica, en la sede central del CATIE, Turrialba, Costa Rica.

Para mayor información, contactar a Gabriela Soto, gabisoto@catie.ac.cr

25 - 26 de setiembre, 2004

Biofach: La Feria Internacional de Productos Orgánicos más grande del mundo. Organizada por IFOAM y Biofach. Brasil. www.biofach.org

Ferias similares se celebran en: Biofach Japón: 9 - 11 de octubre, 2004.

Biofach Estados Unidos: 15 - 17 de octubre, 2004.



Revista Manejo Integrado de Plagas y Agroecología

- Resultados y experiencias de investigación
- Transferencia 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)

Futuros Eventos

24-27 marzo 2004

International Workshop: Development of Biocontrol Agents of Diseases for Commercial Applications in Food Production Systems

Sede: Sevilla, España

Información: N. Teixido, Centre UdL-IRTA, Av. Rovira Roure 191, E-25198, Lleida, Catalunya, España.
Correo electrónico: Neus.Teixido@irta.es
Tel.: 34-97-370-2535
Fax: 34-97-370-2596

O bien, en el sitio
<http://www.biopostharvest.org/>

18-20 mayo 2004

Conferencia Internacional de Alternativas al Bromuro de Metilo

Organizada por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI), el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), y la Oficina Técnica de Ozono (OTOZ).

Sede: Hotel Habana Libre, La Habana, Cuba.

Información general:

www.inisav.cu/vseminario.htm
Correo electrónico del evento: vseminario@inisav.cu

Personas de contacto:

Evento científico:

Dr. Eduardo Pérez Montesbravo (INISAV), eperez@inisav.cu
Dra. Ana Fernández Morales; afernandez@inisav.cu
Dra. Berta Lina Muñiz, bertam@inisav.cu
Lic. Luba Martínez Corona, espinosa@ama.cu

Inscripción, viaje y hospedaje: Lic. Beatriz Quintana (UNIVERSITUR), beatriz@censa.edu.cu

7 al 10 de junio 2004

Segundo Curso en Control Biológico de Malezas

Organizado por la Universidad de Florida, en cooperación con la Universidad Nacional Agraria de Nicaragua.

Sede: Hotel Barceló, Playa Montelimar, Nicaragua.

Información:

Dr. Julio Medal, coordinador
Correo electrónico: medal@ifas.ufl.edu

O bien, en el sitio
<http://biocontrol.ifas.ufl.edu/materials/nicaragua.htm>

21-25 junio 2004

III Curso-Taller para Agricultores y Extensionistas Manejo Integrado de Plagas en la Producción Agraria Sostenible

Sede: La Habana, Cuba

Información:

Dr. Luis L. Vázquez Moreno
Correo electrónico: lvazquez@inisav.cu
Fax: (537) 2029366, 2040535
Dirección postal: Calle 110 # 514 e/ 5taB y 5ta F. Playa CP 11600. Ciudad de La Habana. Cuba.

O bien, en el sitio <http://www.inisav.cu>

06-10 setiembre 2004

International Symposium on the Research into Behaviour and Ecology of Aphidophagous insects (Ecology of Apidophaga 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>

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/>

www.catie.ac.cr

La revista Manejo Integrado de Plagas y Agroecología quiere agradecer a todos quienes colaboraron con ella durante el 2003. Les deseamos un 2004 colmado de éxitos y lleno de prosperidad.

Adolfo Soto - Alex Bustillo - Amy Andrea Wan - Ana Tapia -
Angel Solís - Ann Braun - Bernal Valverde - Bill Howard -
Bruno Zachrisson - Carlos Araya - Carlos Arturo Quirós -
Carlos Luis Rodríguez - Carlos Méndez - Caroline Smith -
Cesáreo Rodríguez - Daniel Briceño - Daniel Coto - Dante
Bobadilla - Douglas Cubillo - Elizabeth Carazo - Evaldo Vilela
- Fabio Chaverri - Felicia Echeverría - Francisco Morales -
Gabriela Soto - Galileo Rivas - German Rivera - German
Sepúlveda - Gustavo Calvo - Hugo Aguilar - Hugo Arredondo
- Israel Garita - Jaime García - James Karkashian - Jorge
Hernán Echeverry - Jorge Macías - Jorge Salas - José L.
Martínez - Joseph L. Saunders - Juan Jovel - Julio M. Arias
- Kees Prins - Laura Delia Ortega - Lilliana González - Luis
Alberto Monge - Luis F.A. Alves - Luis Guillermo Ramírez -
Luis Mejía - Luis Rodríguez del Bosque - Luis Vásquez - Luis
Vázquez - Luko Hilje - Manuel Carballo - Mario Saborio -
Mauricio Jiménez - Miguel Angel Morón - Miguel Quesada -
Nahún Marbán - Odair Fernández - Olimpia Gómez - Oscar
Ortiz - Pablo Liedo - Patricio Borges - Paulo Rebelles - Phil
Stansly - Pilar Ramírez - Ramiro de la Cruz - Ramón Mexzon
- Rigoberto Aguilar - Roberto Zucchi - Rodolfo Araya -
Ronald Ochoa - Sergio Abarca - Sergio Alves - Ulrike Krauss
- Vera Sánchez - Vicente Medina - Víctor Cartín - Víctor
Salguero - William Goitia - Yamila Martínez

Gracias

Conviértase en patrocinador de la revista

Manejo Integrado de Plagas y Agroecología

Si su empresa o proyecto está comprometido con la conservación de los recursos naturales, la protección del productor y del consumidor, así como con la producción agrícola sostenible, lo invitamos a ser patrocinador de esta Revista.

Manejo Integrado de Plagas y Agroecología es una publicación con 17 años de trayectoria, única en el tema en América Latina y el Caribe, de alta calidad, gran prestigio y con amplia distribución en la comunidad técnica y científica latinoamericana.

El patrocinio consiste en un **aporte financiero anual, a convenir entre ambas partes**. Los patrocinadores reciben otros beneficios importantes, como:

- **Publicidad internacional** que reforzará su imagen como empresa o institución en pro del movimiento ecológico y el desarrollo sostenible.
- **Mención en la contraportada** de cada número de esta Revista, así como en la versión electrónica en internet.
- **Ejemplares gratuitos** de la Revista para sus técnicos o para su distribución, según su conveniencia.

Para información adicional consultar a la siguiente dirección:

**REVISTA MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS Y
AGROECOLOGÍA**

CATIE, 7170 Turrialba, Costa Rica

Tel.: (506) 558 2633 ó 556 6431

Fax: (506) 556 6282

ggitli@catie.ac.cr / cicmip@catie.ac.cr

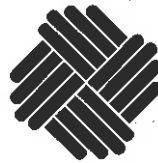


Patrocinadores

La Revista Manejo Integrado de Plagas y Agroecología se complace en anunciar que, como parte de las actividades para generar ingresos que aseguren su sostenibilidad, cuenta con patrocinadores, los cuales aparecen anunciados en este espacio.



**United States
Department of Agriculture
FAS/ICD/RSED**



**Autoridad Sueca
para el Desarrollo
Internacional (ASDI)**
(Contribución vía Presupuesto
Básico de CATIE)